

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**

**Departamento de Pintura  
(Pintura y Restauración)**



**TESIS DOCTORAL**

**Cirugía restauradora: restauración estructural de modelos anatómicos  
en cera**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Nerea del Moral Azanza**

Directores

**Alicia Sánchez Ortiz  
José Ignacio Pastor Caño**

**Madrid, 2016**

«En la muerte el alma abandona el cuerpo y la carne se hace cera»

Catherine Heard





**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**  
**Departamento de Pintura y Restauración**



**CIRUGÍA RESTAURADORA**  
**RESTAURACIÓN ESTRUCTURAL DE MODELOS**  
**ANATÓMICOS EN CERA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR PRESENTADA POR**

Nerea del Moral Azanza

**DIRIGIDA POR:**

Doctora Alicia Sánchez Ortiz

Doctor José Ignacio Pastor Caño

Madrid, 2015



*A mis padres, Agustín y María Jesús*

*por su incondicionalidad y amor*



Modelo Anatómico en cera de un esqueleto humano a tamaño natural perteneciente a la Colección de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.



## ÍNDICE

---

ÍNDICE	vii
ACRÓNIMOS	xiii
AGRADECIMIENTOS	xiv
RESUMEN Y ABSTRACT	xviii
I.-INTRODUCCIÓN	xxiv
I. 1.-OBJETIVOS	xxvii
I. 2.-METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	xxx
I. 3.-ESTRUCTURA	xxxiii

## PARTE 1. LA CERA COMO MATERIAL EN LA HISTORIA DEL ARTE Y DE LA MEDICINA

### CAPÍTULO I. LA CERA EN EL ARTE

1.-La cera en el tránsito al más allá	5
2.-La cera en los ex – votos	18
3.-El retrato en cera	23
4.-La cera con carga ética: los <i>teatrini</i> de Zumbo y el museo anatómico popular	29
5.-La cera como material de esbozo en escultura	35
6.-La cera como material final en arte	41
7.- ¿Un material intermediario o final? Un debate abierto	48

### CAPÍTULO II.-LA CEROPLÁSTICA CON FINES CIENTÍFICOS

1.-La necesidad médica de los modelos anatómicos	53
1.1.- Antecedentes al modelo anatómico artificial: la inyección de cera	68
1.2.-Modelos artificiales en cera	70
2.-La ceroplástica anatómica en Europa	72

2.1.-La Escuela Italiana	74
2.2.-La Escuela Francesa	89
2.3. La Escuela Inglesa	91
2.4. La Escuela Austriaca y la Alemana	93
2.5.-Abandono de los modelos por otros sistemas de estudio de la anatomía	95

### **CAPÍTULO III.- LA CEROPLÁSTICA ANATÓMICA EN ESPAÑA**

1.-Breve recorrido sobre la enseñanza médica en España	99
2.-Creación de los primeros Reales Colegios de Cirugía	102
3.-El Real Colegio de Cirugía de San Carlos (1786-1805)	104
3.1.-La creación del Real Colegio	104
3.2.-La creación del Gabinete Anatómico: artífices y anatomistas	111
3.3.-Reforma de 1799-1800 en San Carlos. La Universidad de Madrid	127
3.4.-El plan de educación Moyano	128
3.5.-La colección de ceroplástica heredada por el Museo <i>Javier Puerta</i>	130
3.5.1.-Clasificación tipológica de los modelos artificiales en cera	131
3.5.2.-Las ilustraciones anatómicas y los modelos en cera	136

### **CAPÍTULO IV.-MANUFACTURA DE UN MODELO ANATÓMICO EN CERA**

1.-Materiales constitutivos	154
1.1.- Literatura técnica sobre la preparación de las pastas de cera	155
1.2.-Coloración de las pastas de cera	167
2.-Procedimiento escultórico en la creación de un modelo artificial en cera	171
2.1.-Modelado y tallado de la cera	176
2.2.-Moldeado de la cera	180
2.3.-Acabados finales	191

## **PARTE 2.-CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE ESCULTURAS DE CERA**

### **CAPÍTULO V.- PRINCIPALES AGENTES DE DETERIORO**

1.-Evaluación de riesgos	203
2.-Agentes de deterioro intrínsecos	204

3.-Agentes de deterioro extrínsecos	208
-------------------------------------	-----

## **CAPÍTULO VI.- RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN- RESTAURACIÓN**

1.-Niveles de actuación y recomendaciones correspondientes	220
1.1.-La salvaguardia	220
1.2.-Medidas de conservación preventiva	222
1.3.-La conservación activa	224
1.4.-La restauración	225

## **CAPÍTULO VII.-PROPUESTAS PARA RESTAURAR DETERIOROS ESTRUCTURALES: REVISIÓN HISTÓRICA**

1.-Tratamientos de consolidación	235
2.-Adhesión de fragmentos	237
3.-Reintegración volumétrica	246

## **PARTE 3.-EXPERIMENTACIÓN**

## **CAPÍTULO VIII.-CRITERIOS EXPERIMENTALES PARA LA SELECCIÓN DE ADHESIVOS DE RESTAURACIÓN EN CERAS. ESTUDIOS PARA LA COLECCIÓN *JAVIER PUERTA***

1.-Sinopsis sobre las técnicas de adhesión en ceras	259
2.-Propuesta de adhesivos comerciales	262
3.-Probetas de tracción y elección de la pasta	265
4.-Proceso de envejecimiento	274
5.-Proceso de adhesión	275
6.-Ensayos de tracción uniaxial	276
6.1.-Objetivos de la caracterización mecánica	276
6.2.-Ensayo de tracción uniaxial	277
6.3.-Descripción del sistema experimental de tracción	280
6.4.-Resultados de los ensayos de tracción	286



6.5.-Análisis y discusión de los resultados obtenidos	302
7.-Estudio microestructural y fractográfico mediante microscopía electrónica de barrido (SEM)	305
7.1.-Objetivos	305
7.2.-Descripción del proceso de preparación de muestras para su análisis	305
7.3.-Análisis fractográfico de la pasta de cera original	309
7.4.-Análisis fractográfico del PVA	319
7.5.-Análisis fractográfico del LASCAUX® 498 HV	324
7.6.-Análisis fractográfico del EVACON® R	328
7.7.-Análisis fractográfico del VINAVID® 59	331
7.8.-Análisis fractográfico del MOWITAL® B 60 HH	334
7.9.-Análisis fractográfico del PVA K40	336
7.10.-Análisis fractográfico del MOWILITH® DS 5/2	340
7.11.-Análisis de los resultados observados por SEM y conclusiones	342
8.-Análisis global de resultados y conclusiones	344

## **CAPÍTULO IX. SELECCIÓN DE UNA PASTA DE REINTEGRACIÓN. ESTUDIOS EXPERIMENTALES PARA LA COLECCIÓN JAVIER PUERTA**

1.-Sinopsis sobre las técnicas de reintegración volumétrica en cera	350
2.-Análisis químico de la composición de la pasta cerosa	352
2.1.-Objetivos	352
2.2.-Metodología	353
2.3.-Resultados	353
3.-Preliminares: medición del intervalo de fusión de la pasta de cera original	355
3.1.-Objetivos y metodología	355
3.2.-Resultados y discusión	359
4.-Selección de los materiales de relleno	359
4.1.-Materiales comerciales	359
4.2.-Consideraciones previas	363
4.3.-Preparación de las muestras y medida de sus intervalos de fusión	365
4.4.-Estudio experimental de envejecimiento artificial	367

4.5.-Resultados y discusión	371
5.-Estudio experimental macroscópico del comportamiento y compatibilidad de las pastas seleccionadas con la pasta original	372
5.1.-Consideraciones previas	372
5.2.-Objetivo y metodología	373
5.3.-Experimento de compatibilidad y observaciones	376
5.4.-Resultados y discusión	382
6.-Estudio experimental de reversibilidad mecánica	382
6.1.-Objetivos y metodología	382
6.2.-Experimento de nivelación mecánica	383
6.3.-Resultados y discusión	387
7.-Estudio experimental de reversibilidad físico-química	388
7.1.-Objetivos y metodología	388
7.2.-Nivelación de la laguna reintegrada por métodos físico-químicos	391
7.3.-Resultados y discusión	394
8.-Análisis global de resultados y conclusiones	395

## **PARTE 4.-APLICACIÓN A MODELO REAL**

### **CAPÍTULO X.-ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA COLECCIÓN *JAVIER PUERTA***

1.-Estado de conservación general	403
2.-Tipología de daos estructurales	406

### **CAPÍTULO XI.-TRABAJO DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL**

1.-Embarazo gemelar	418
1.1.-Descripción anatómica	418
1.2.-Daños estructurales que presenta la pieza	420
1.3.-Proceso de restauración estructural	421
2.-Esqueleto	428
2.1.-Descripción anatómica	428

2.2.-Daños estructurales que presenta la pieza	430
2.3.-Proceso de restauración estructural	432
3.-Torso linfático	440
3.1.-Descripción anatómica	440
3.2.-Daños estructurales que presenta la pieza	441
3.3.-Proceso de restauración estructural	442
<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>	443
<b>LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS</b>	455
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	459
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO I.- DOCUMENTOS	493
ANEXO II.- LA CERA	497
ANEXO III.-GLOSARIO DE TÉRMINOS	508
ANEXO IV.-ÍNDICE DE IMÁGENES	519

## ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	SIGNIFICADO
<b>PGM</b>	Il Papiro Magico di Parigi
<b>S.M.</b>	Su Majestad
<b>BH MSS</b>	Biblioteca Histórica Manuscrito
<b>g</b>	Gramo
<b>CCI</b>	Canadian Conservation Institute
<b>UV</b>	Ultravioleta
<b>IR</b>	Radiación Infrarroja
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>PL</b>	Plancha
<b>Inv</b>	Inventario
<b>MED</b>	Medicina
<b>RMN</b>	Réunion des Musées Nationaux
<b>RAE</b>	Real Academia de la Lengua Española
<b>OPD</b>	Opificio delle Pietre Dure
<b>ICOM</b>	International Council of Museums
<b>nm</b>	Nanómetro
<b>HR</b>	Humedad Relativa
<b>IPCE</b>	Instituto de Patrimonio Cultural de España
<b>Art</b>	Artículo
<b>ICOMOS</b>	International Council of Monuments and Sites
<b>ECCO</b>	European Confederation of Conservator-Restore's Organization
<b>UMAC</b>	University Museums and Collections
<b>KUR</b>	Konservierung und Restaurierung
<b>BOE</b>	Boletín Oficial del Estado
<b>SEM</b>	Microscopía Electrónica de Barrido
<b>e-</b>	Electrón
<b>N</b>	Newton
<b>kPa</b>	kilo Pascal
<b>ADH</b>	Adhesivo
<b>E</b>	Módulo de elasticidad (de Young)
<b><math>\sigma</math></b>	Tensión mecánica

## AGRADECIMIENTOS

---

En primer lugar a mis directores de Tesis y mentores, a la Prof. Titular Dra. Alicia Sánchez Ortiz, del Departamento de Pintura y Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid y al Prof. Dr. José Ygnacio Pastor Caño, Catedrático del Departamento de Ciencia de los Materiales de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. La Dra. Alicia Sánchez me acompañó desde el primer momento en esta gran aventura, proponiéndome el tema de trabajo bajo su orientación y entera revisión, con sus amplios conocimientos en el mismo. El Prof. José Ygnacio Pastor Caño se unió a este viaje más tarde, cuando me di cuenta de que necesitaba un experto en Física de Materiales para avanzar con mi investigación, he de agradecerle inmensamente que me acogiera en un campo tan desconocido hasta el momento para mí, fue un valiente. La cera es un material poco investigado y, sin embargo, el apostó por mí y me apoyó con los ojos cerrados, guiando toda la parte experimental de este trabajo, con paciencia y entusiasmo, y también mucho cariño, levantándose cuando me caía.

A la Doctora Roberta Ballestriero, Prof. del Departamento de Historia del Arte de la Open University del Reino Unido, increíble amiga y compañera en lo bueno y en lo menos bueno. Por su amor y apoyo en la distancia, por tantas llamadas telefónicas, maravillosos consejos y guía como especialista en la parte histórica de mi Tesis.

Quiero darle un recuerdo especial al Prof. Dr. Manuel Elices, compañero y amigo de mi padre, sin el que no podría haber contado con la inestimable guía de José Ygnacio Pastor Caño.

A la Prof. Titular, Dr. Margarita San Andrés Moyá, del Departamento de Pintura y Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, por haberme facilitado el acceso al laboratorio para llevar a cabo todo el envejecimiento artificial de las probetas sometidas a análisis. Mi agradecimiento al Laboratorio de

Química Aplicada perteneciente a la Red de Laboratorios de Ciencia y Tecnología aplicadas a la Conservación del Patrimonio (RedLabPat), CEI, Campus Moncloa (UCM-UPM).

A la Prof. Dra. Antonia Martín Sanz, Catedrática de Materiales de Construcción de la Universidad Politécnica de Madrid, que con especial sensibilidad y paciencia me guió, junto con el Dr. Pastor Caño, en el estudio de los materiales objeto del presente estudio. Gracias Antonia por tantas horas juntas.

Al Prof. Titular Fermín Viejo Tirado, del Departamento de Anatomía y Embriología Humana de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid y director de su Museo de Anatomía *Javier Puerta*, cuya colección de ceras anatómicas ha sido la base de mi trabajo. Y Al Prof. Dr. José Ramón Sañudo, del mismo departamento. Ambos guiaron la parte anatómica de mi trabajo, por lo que les estoy muy agradecida.

Al equipo del Laboratorio de Análisis Físico-Químico y Medioambiental del Instituto de Restauración del Patrimonio de Valencia, por las analíticas efectuadas.

Al Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad Complutense de Madrid, especialmente a Iñigo Larrauni de Terán, Director de la Unidad de Gestión de Patrimonio y a M<sup>a</sup> Teresa León Sotelo y Amat, Conservadora del Museo Pedagógico Textil de la UCM. Siempre me ha encantado tenerlos cerca.

Al Prof. Dr. Juan Luis Arsuaga, Catedrático de Paleontología en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y Director Científico del Museo de la Evolución Humana de Burgos. Sin su empeño y la colaboración de todo su equipo, además del de Alicia Sánchez y Fermín Viejo, no habría podido participar en la restauración de parte de los modelos anatómicos en cera de la colección *Javier Puerta*, que fueron prestados al Museo de la Evolución Humana para la exposición temporal *El Arte de la Anatomía. Cuerpos de Cera*, que tuvo lugar entre abril y julio del año 2014.

Mi admiración y agradecimiento a Federica Anna Leda DalForno, especialista en restauración de ceroplástica. Aclaró todas nuestras dudas referentes a la intervención realizada, a través de la Dra. Sánchez Ortiz.

Mi cariño a mis compañeras de trabajo Beatriz San Cristóbal García y Elena Rodríguez González de Canales. Fue una época intensa y difícil pero aprendimos mucho y nunca olvidaré nuestras charlas.

Con esta intervención pude poner en práctica, en modelo real, la parte experimental de mi Tesis, por lo que doy todo mi sincero agradecimiento a todas estas personas.

Al Dr. Paris A. Matía Martín, del Departamento de Escultura de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, que me aconsejó y ayudó en la realización del primero de los moldes para la fabricación de las probetas objeto de experimentación.

A Alberto Cotanilla, técnico de taller del Departamento de Ciencia de los Materiales de la Universidad Politécnica de Madrid, sin cuya habilidad en la fabricación de los moldes para el estudio de tracción, mis experimentos no podrían haber tenido lugar.

Al Dr. Luis Castelo Sardina, Profesor Titular de Fotografía II, Departamento de Dibujo II de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, por sus maravillosas imágenes de la mencionada colección *Javier Puerta*.

A todo el personal de la Biblioteca Histórica Marqués de Valdecillas de la Universidad Complutense de Madrid, en la que pasé cerca de dos meses estupendos realizando parte de la investigación histórica que aquí presento.

A todas y cada una de las personas que conforman el Departamento de Ciencia de Los Materiales de la de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Me recibieron con los brazos abiertos y durante meses trabajé allí arropada por todos ellos, haciendo grandes amigos.

Un recuerdo especial ha de ir a mi familia, a mis padres, Agustín y María Jesús, a mis hermana, Victoria, a mi pareja, Marc, a Alejandro y a mis grandes amigos Josemi, José y Mary. Son las personas que siempre me apoyaron, creyeron en mí, y, por qué no decirlo, me soportaron. José, sabes que tienes toda mi ayuda para la conclusión de tu Tesis, lo conseguiremos juntos.

Por último, mi agradecimiento a todas las personas que trabajan en este ámbito histórico y científico o están relacionadas con él y a quienes de manera más indirecta he involucrado en mi trabajo.



### CIRUGÍA RESTAURADORA

#### RESTAURACIÓN ESTRUCTURAL DE MODELOS ANATÓMICOS EN CERA

La cera de abejas virgen ha sido un material esencial en la historia del arte y de la medicina. Desde el Antiguo Egipto hasta el siglo XIX se utilizó como sustituto del cuerpo humano, para realizar máscaras mortuorias, figurillas con las que practicar magia negra, ex-votos como agradecimiento de una enfermedad sanada, retratística; hasta llegar al modelo anatómico que sustituye al cadáver para la enseñanza médica, en una época en la que la disección del cadáver estaba prohibida por la Iglesia.

La ceroplástica se practicó en Europa en las Escuelas Italiana, destacando Bolonia y *La Specola* de Florencia, y las Escuelas Francesa, Inglesa, Austriaca, Alemana y Española. En España, Carlos III instauró, en 1787 el Real Colegio de San Carlos en Madrid. Según ordenó, debía poseer un gabinete anatómico, dirigido por el anatomista Ignacio Lacaba, en el que se elaborasen este tipo de artefactos. Desde su inauguración hasta 1806 trabajaron en él como artífices el escultor Juan Cház y el cero-escultor Luigi Franchesqui, creando piezas anatómicas en cera obstétricas y de los diversos sistemas del cuerpo, a partir de evisceraciones y de las láminas de los médicos William Smellie y John Hunter, y los atlas de Bernhard Siegfried Albinus, Juan Valverde de Hamusco y Jacopo Berengario da Carpi. En el tratado *Curso completo de anatomía del cuerpo humano* de 1820, Lacaba y Jaime Bonélls describen la ejecución de las piezas, la pasta cerosa que se utilizó y su técnica de ejecución por moldes. Parte de esta colección se ubica actualmente en el museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM.

Tras dos siglos han sufrido daños estructurales y estéticos debido a los agentes de deterioro intrínsecos, derivados del envejecimiento del conjunto heterogéneo de sus materiales constituyentes, y extrínsecos, a destacar, los cambios bruscos de temperatura, la incidencia de radiaciones UV e IR y la acumulación de partículas de polvo.

Según los Art. 1 y 2 de la Convención de la Haya de 1954, se consideran Bienes Culturales del Patrimonio Cultural de la Humanidad de carácter histórico-artístico y científico, por lo que deben salvaguardarse, y se han de aplicar sobre ellos medidas de conservación preventiva y activa y restaurarlos, en caso necesario, siguiendo el criterio de mínima intervención postulado por Cesare Brandi.

A nivel estructural presentan roturas y faltas de materia de carácter volumétrico. Analizadas las propuestas de adhesivos y pastas de relleno realizadas desde 1971 por diversos investigadores, se han planteado una serie de experimentos en laboratorio para seleccionar los adhesivos y pastas cerosas más adecuados para restaurar las esculturas de esta colección madrileña.

Se propusieron los adhesivos siguientes a testar en experimentos de tracción uniaxial para poder determinar su resistencia y reversibilidad: PVA, Evacon® R, Vinavil® 59, Mowital® B 60 HH, Lascaux® 498 HV, Mowilith® DS 5/2 y PVA K40. Se elaboraron probetas de tracción en molde mecanizado de 5,7 cm de largo x 1,2 cm de ancho en las mordazas, un fuste de 2 cm de largo x 4 mm de ancho con un espesor de 3 mm. No existe norma ISO para ensayos de tracción en ceras así que se realizaron en función del sistema de tracción a utilizar. Las probetas estaban compuestas por una pasta cerosa similar a la de los modelos originales. Según el mencionado recetario de Bonélls y Lacaba la pasta que compone estos modelos anatómicos consta de 6 partes de cera virgen de abejas, 3 partes de Trementina de Venecia y 1 parte de manteca de cerdo. Tras varias pruebas se dio con la pasta adecuada: P11. Está compuesta por un 47% de cera virgen de abejas, un 47% de cera blanqueada de abejas, un 5% de Trementina de Venecia y un 1% de manteca de cerdo purificada. Se realizaron un total de 108 maquetas, la mitad se utilizó sin envejecer para analizar el comportamiento de los adhesivos frente a la pasta original. La otra mitad se envejecieron en cámara sometiéndolas a radiación UV durante 1.104 h. Las probetas se partieron y se adhirieron. Realizadas las pruebas de tracción, los datos obtenidos se representaron en curvas que expresan la relación entre la deformación que se produce en cada caso y la tensión aplicada. El objetivo era comparar el comportamiento de los distintos adhesivos, con el de la pasta cerosa original recreada,

envejecida y sin envejecer. A continuación se hizo un estudio fractográfico mediante microscopía electrónica de barrido. Se concluyó que el PVA y el Vinavil® 59 son los más adecuados para adherir piezas grandes, el Lascaux® 498 HV pequeñas y el Mowital® B 60 HH para piezas intermedias.

La selección de una pasta de reintegración adecuada para intervenir las lagunas volumétricas presentes en los modelos a estudio se realizó a partir de la bibliografía existente, el análisis químico de la composición de la pasta original y la medida de su intervalo de fusión por una sonda Pt-100, mediante el método de los 4 hilos. La pasta tiene un rango de fusión de 57-85,5 °C. La pasta de relleno a utilizar debía de ser compatible y re-tratable frente a la de los modelos y envejecer adecuadamente manteniéndose estable. Los experimentos realizados en maquetas permitieron concluir que las dos pastas más adecuadas para esta colección eran la P1: Parafina 56/58 y la P5 formada por 2/3 de cera virgen de abejas y 1/3 de Parafina 56/58. Son reversibles mecánicamente laminando con escalpelo, estables al envejecimiento, que se realizó según los parámetros ya descritos, y se puede ajustar su nivelación con la mezcla de disolventes LE7 de Cremonesi (30% de ligroína + 70% de etanol). No obstante, por su coloración la P5 resulta la ideal.

Determinados los adhesivos y pastas de relleno más adecuados se realizó la intervención estructural en tres modelos significativos por los tratamientos a que se vieron sometidos: El *Embarazo gemelar*, el *Esqueleto* y el *Torso Linfático*. Los resultados obtenidos fueron óptimos.

Como experta en conservación-restauración de modelos anatómicos en cera y autora de esta Tesis pretendo contribuir, con este trabajo, a arrojar luz en el campo de la intervención estructural de este tipo de artefactos. A partir de las ceras de esta particular Colección me gustaría poder ofrecer a otros restauradores en el campo, herramientas técnicas y experimentales para sus propios objetos en cera. Estas piezas, de singular belleza e inestimable valor artístico, histórico, científico y documental han de ser preservadas en el tiempo implementando las medidas de conservación preventiva adecuadas para las mismas.

## **RESTORATIVE SURGERY**

### **STRUCTURAL RESTORATION OF WAX ANATOMICAL MODELS**

Virgin bees wax has been an essential material in the history of art and medicine. From ancient Egypt to the nineteenth century it was used as a substitute for human body, for death masks, figurines with which to practice black magic, ex-votos in gratitude of a healed disease, portraiture; until the anatomical model that replaces the body for medical education in an era in which the corpse dissection was forbidden by the Church.

The ceroplastics was practiced in Europe at the Italian schools, stressing Bologna and *La Specola* in Florence, and the French, English, Austrian, German and Spanish schools. In Spain, Carlos III established in 1797 the influential Royal Surgery College of San Carlos in Madrid. As ordered, it should possess an anatomical cabinet, formerly led by the anatomist Dr. Ignacio Lacaba, where such a device could be developed. Since its opening until 1806 he worked with the sculptor Juan Cháez and the wax-sculptor Luigi Franchesqui, creating anatomical models of obstetrics and various systems of the human body, after evisceration and medical blades from William Smellié, John Hunter, and the Atlas of Bernhard Siegfried Albinus, Juan Valverde de Hamusco and Jacopo Berengario da Carpi. In the treatise *Full Course of Anatomy of the Human body*, of 1820, Jaime Bonélls and Lacaba describe the execution of those pieces, the waxy paste that was used and its performance technique by molds. Part of this collection now stands at the Collection *Javier Puerta* of the Faculty of Medicine of the Universidad Complutense of Madrid, Spain.

After two centuries, the Collection has undergone structural and esthetic damage due to the agents of intrinsic deterioration because of the aging of its constituent materials, and extrinsic, highlight, sudden temperature changes, humidification and the impact of UV radiation and IR and the accumulation of ambient dust particles.

According to Art. 1 and 2 of the Convention of The Hague of 1954, as considered Cultural Heritage of historic, artistic and scientific importance, anatomical wax collections should be safeguarded, and be applied upon them conservation measures both preventive and

active and restoration, if necessary, following the criterion of minimal intervention as postulated by Cesare Brandi.

For the sculptures showing structural breaks and lack of material volumetric character, and analyzed the proposals of adhesives and filling pastes made since 1971 by various researchers, we have performed a series of laboratory experiments to select the most suitable adhesives and waxy paste to restore the sculptures of such Collection.

The following adhesives are proposed to be tested in uniaxial mechanical tension experiments to determine its yielding strength, viscoelastic behaviour and reversibility: PVA, Evacon® R, Vinavil® 59, Mowital® B 60 HH, Lascaux® HV 498, Mowilith® DS 5/2 and PVA K40. Tensile samples were prepared in mold machined 5.7 cm long x 1.2 cm wide in the jaws, a shank 2 cm long x 4 mm wide with a thickness of 3 mm. There is no standard ISO tensile test wax, so they were made on the basis of the drive system used. The samples were composed with a waxy paste similar to the models original one. According to the above recipe from Bonélls and Lacaba, who composed these anatomical models, that consists of 6 parts of virgin bees wax, 3 parts of Venice Turpentine and 1 part of lard. After several tests we came about with the right one: P11. It consists of 47% virgin bees wax, 47% bleached bees wax, 5% of Venice Turpentine and 1% purified pork lard. A total of 108 samples were prepared: half of them unaged were used to analyze the behavior of the adhesives for comparing with the original paste. The other half were aged in a camera for subjecting them to UV radiation for 1.104 h. The samples were split and joined. The tensile tests were afterwards performed, and the data of deformation vs. tension obtained were plotted on curves that represent the correlation between the deformation occurring in the sample and the applied mechanical tension. The aim was to compare the behavior of different adhesives, with the original waxy paste recreated, aged and unaged. Next we followed a study of fractography by scanning electron microscopy (SEM). It was concluded that the PVA and Vinavil® 59 are the most suitable adhesives for bonding large parts, small ones with Lascaux® 498 HV and Mowital® B 60 HH for intermediate size parts.

The selection of a suitable reintegration paste to intervene volumetric gaps, present in the studied samples was taken from the literature, chemical analysis of the composition of the original paste and the extent of its melting range measured by using a resistance Pt -100 thermometer, using the accurate 4-points method. Sample heating was done with a hot water bath, temperature being slowly increased and measured. The waxy paste, as expected for complex organic amorphous materials, shows a temperature melting *range* between 57 to 85.5 °C. The filling paste used must be compatible and re-treatable adequately remaining stable. Experiments with samples led to the conclusion that the two most appropriate for this collection were the pastes P1: Paraffin 56/58 and P5 formed by 2/3 of virgin bees wax and 1/3 of Paraffin 56/58. They are reversible mechanically laminating scalpel, stable to aging, carried out according to the parameters already described, and can adjust their leveling with the solvent mixture of Cremonesi LE7 (ligroin 30% + 70% ethanol). However, colouring the P5 is the ideal procedure.

The experiments of most suitable adhesives and pastes for fulfilling structural intervention were used in the restoration of real wax anatomical models. We currently essayed the process in three significant models under the above treatments: *The Twin pregnancy*, *Skeleton* and *Lymphatic Torso*. The results obtained can be reputed as optimal, as it will be shown in this work.

As an eventually expert conservator-restorer of wax anatomical models and author of this Doctoral Thesis I would like to contribute to the subject by throwing new light about the structural restoration of this kind of sculptures and art wax objects in general. Going from that particular, i.e. the models of the Collection under current study, I would like to offer certain rules of sound scientific character to be applied to other collections under the necessity of similar interventions. This kind of artifacts have signified to me of singular beauty and inestimable artistic, scientific, historical and documental values that, in my opinion, we should keep in time, setting a reassessment of the attention upon them and implementing future preventive conservation practices.

## I.-INTRODUCCIÓN

---

*Desde que nuestros actos están dirigidos hacia la sabiduría y la justicia, y la verdadera sabiduría es el reconocimiento de Dios y la consideración de la Naturaleza, uno debe admitir que ha de aprender anatomía, a través de la cual las causas de muchas acciones y cambios se hacen visibles.*

*Andrea Carlino*

El interés por la anatomía humana surge en la historia del arte mucho antes de que la ciencia anatómica se desarrollara. De hecho, el primer vestigio encontrado a este respecto fue la figurilla en terracota de la Venus de Willendorf (24.000-22.000 a. C.), mientras que su nacimiento como ciencia data del Antiguo Egipto y la utilización de cadáveres como objeto de investigación nos traslada al siglo IV a. C., en Alejandría. Ello demuestra que para el hombre, el conocimiento del cuerpo humano ha sido siempre una curiosidad.

La cera virgen de abejas ha acompañado al ser humano desde tiempos remotos. Al ser fácil de conseguir, maleable y debido a su capacidad de mimesis, fue una constante utilizarla a lo largo de la historia de la humanidad y del arte, como sustitutivo del cuerpo con distintos fines. En la escultura fue relegada a un material de segundo orden hasta que el artista comenzó a descubrir su potencial. Es así, como en el siglo XIV comienzan a realizarse modelos anatómicos en cera, cuyo auge llega hasta finales del XVIII y principios del XIX para la enseñanza médica.

La primera vez que estuve frente a una escultura de este tipo fue junto a mi directora de Tesis, la Prof. Alicia Sánchez Ortiz. Mostraba un cuerpo real diseccionado y sentí un shock no necesariamente placentero. Me turbó, pero fue tal la inquietud que sentí que quise ir más allá. Hay algo de fantasmagórico en todo ello y el inicial rechazo que te provoca se transforma en fascinación. Tuve la gran oportunidad de que la Dra. Sánchez Ortiz, que desarrollaba entonces un Proyecto I+D, orientado al estudio y conservación-

restauración de las ceras anatómicas de la colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM, me admitiera como doctoranda y me propusiera iniciar mi línea de investigación vinculada a este ámbito.

Como conservadora-restauradora de obras de arte, comencé a indagar sobre el tema, dándome cuenta de que la intervención en ceroplástica era un ámbito muy restringido, lo que me motivó a iniciar un camino que tal vez nos permitiera contribuir en algo a este campo. Por otra parte, como gran amante de las ciencias naturales, estas esculturas no me atraían solamente como objetos de interés histórico-artístico, sino que la profundización en el estudio del material que las compone suponía todo un reto para mí.

En el área de la Ciencia de los Materiales, encontré un gran vacío pues, los así denominados *materiales blandos* no interesaban particularmente a físicos e ingenieros<sup>1</sup>, y apenas encontré publicaciones relativas al tema. Algo similar me ocurrió cuando investigué sobre la conservación-restauración de artefactos en cera. Los historiadores del arte sí se habían interesado seriamente en el estudio de la historia de la ceroplástica, pero en mi campo existía tan sólo un leve acercamiento.

Poco a poco, durante estos años, se ha ido produciendo un auge en torno a la preservación de estas obras de arte y su intervención de restauración en países como Italia, Alemania y Francia, fundamentalmente, que me condujo a poder partir de unas bases desde las que enfocar mi estudio. Pero había más, la cera como material. Si íbamos a involucrarnos en los tratamientos estructurales de re-adhesión de fragmentos y reintegración volumétrica de lagunas de estas esculturas, debíamos ahondar en el estudio científico-experimental de los materiales adhesivos y las pastas de cera.

---

<sup>1</sup> (\*)No obstante conviene subrayar que Pierre G. de Gennes, Premio Nobel de Física, lanzó hace ya algunos años una llamada, quizásno demasiado seguida, a la comunidad de físicos y tecnólogos, hacia el estudio de estos *interesantes* materiales poco estudiados y aún peor comprendidos hoy día en sus propiedades físicas, los de la llamada “soft condensed matter”, tales como adhesivos, ceras, jabones, pinturas, aceites densos, pastas dentífricas, pastas de afeitar, fibras vegetales y animales, tejidos animales, grasas densas, cauchos, gomas elásticas, lubricantes sólidos, ungüentos y pomadas medicinales, telas de araña (la fibra con tensión de ruptura de entre las más elevadas conocidas, superior al acero) , etc.



Aquí muestro nuestra pequeña contribución, partiendo de lo general, *El arte de la cera*, que constituye el primer capítulo de esta Tesis, haciendo un extenso recorrido que se verá en los objetivos planteados, hasta llegar a lo particular, la restauración estructural en modelo real de tres piezas de la mencionada colección madrileña.

## **I.1.-OBJETIVOS**

---

### **1.-OBJETIVO GENERAL**

El objetivo último que ha guiado esta tesis ha sido realizar un estudio teórico y experimental sobre la ceroplástica y su aplicación científica a través de los modelos anatómicos en cera, estudiando los daños estructurales que éstos sufren debido a los agentes de deterioro a que se ven expuestos. En consecuencia, el fin último de esta investigación, es contribuir de forma significativa a la selección de adhesivos, y pastas de relleno específicos, para el tratamiento de roturas y lagunas volumétricas. Con todo ello se pretende ofrecer al restaurador una serie de pautas que le ayuden a la toma de decisiones de cara a arrostrar las, muchas veces difíciles, actuaciones sobre colecciones históricas de ceroplástica anatómica.

### **2.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Además del objetivo global planteado anteriormente, esta tesis se propone alcanzar las siguientes metas específicas:

**1.-**Trazar un recorrido histórico por el arte de la ceroplástica, a fin de comprender los diferentes usos y funciones que la cera ha tenido desde la Antigüedad hasta la praxis artística contemporánea.

**2.-**Conocer en profundidad el uso de la cera con fines médicos, mediante el análisis de las escuelas en diferentes épocas y países. De esta forma se podrán determinar las diferentes influencias o características diferenciadoras.

**3.-**Estudiar el caso particular de la ceroplástica anatómica en España, a través de la creación del Real Colegio de Cirugía de San Carlos de Madrid y, en concreto, de su

gabinete anatómico donde se elaboraron los modelos anatómicos en cera objeto de este estudio.

**4.-**Comprender las técnicas de manufactura mediante la identificación de materiales, técnicas y procedimientos artísticos analizando la literatura histórica y moderna encontrada al respecto.

**5.-**Determinar los agentes de deterioros intrínsecos y extrínsecos, así como los procesos de alteración causados en esculturas de cera. Más en concreto, se centrará este estudio en modelos anatómicos de colecciones médicas.

**6.-**Revisar las recomendaciones internacionales en materia de conservación para la salvaguarda y puesta en valor de este particular, delicado e infravalorado patrimonio.

**7.-**Realizar una revisión histórica de las diversas propuestas metodológicas, ofrecidas por otros equipos de restauradores, para intervenir en la restauración de daños de carácter estructural de diversa tipología y entidad que sufren las figuras de cera; principalmente desuniones y lagunas volumétricas.

**8.-**Seleccionar, a partir de métodos experimentales de caracterización mecánica y microestructural, basados en la Ciencia e Ingeniería de los Materiales, los adhesivos y pastas de relleno más adecuados para intervenir los deterioros estructurales de los modelos anatómicos de la Colección de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Para ello se proponen los siguientes pasos:

- Realización de ensayos de tracción uniaxial (de ceras y adhesivos) tanto en probetas prístinas como envejecidas aceleradamente en laboratorio (tratando de reproducir el proceso de envejecimiento natural de centenares de años).
- Análisis fractográfico y microestructural de los materiales ensayados.
- Correlación entre comportamiento macroscópico y parámetros microestructurales de los materiales analizados, para ofrecer una respuesta fundamentada en datos experimentales a la hora de seleccionar adhesivos, de

tradición en ceroplástica, en relación a su resistencia y reversibilidad frente a la pasta cerosa original de los modelos a estudio.

**9.-**Una vez seleccionados de forma experimental, los adhesivos y las pastas de relleno óptimos para la intervención de roturas y lagunas volumétricas en los modelos anatómicos a estudio, se procederá a establecer posibles estrategias de restauración específicas para el tratamiento de daños estructurales en esculturas en cera. Finalmente se procederá a su aplicación práctica sobre obra real.

## **I.2.-METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

---

La presente tesis doctoral se ha elaborado siguiendo una línea metodológica de investigación muy definida y ordenada. Comienza por una parte de búsqueda teórica que establece las bases a partir de las cuales se gesta el bloque experimental. Finalmente, en un último estadio, todo el trabajo se lleva a la praxis en obra real.

### **1.-TEÓRICA**

La investigación teórica fue la primera que se abordó dado que había que establecer el estado de la cuestión, la base de la línea de investigación planteada, referida a la intervención de daños estructurales en objetos de cera, en todos sus aspectos.

Metodológicamente se realizó consultando bases de datos y, a partir de ahí, la bibliografía existente sobre el tema: recetarios de época, documentos de archivo, manuscritos, libros de ceroplástica, de escultura y conservación-restauración, Cartas y Convenios Internacionales de conservación; así como una metódica puesta al día y revisión rigurosa mensual, de los artículos de investigación sobre historia y restauración de modelos anatómicos en cera, que se habían y se iban publicando, en revistas de alcance nacional e internacional. Los idiomas en que se investigó fueron el inglés, portugués, italiano, francés y español.

Para ello se consultaron los fondos bibliográficos de: la Biblioteca Histórica de Valdecillas de la Universidad Complutense de Madrid, la Biblioteca del Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE) y las Bibliotecas de las Facultades de Bellas Artes, Medicina y Geografía e Historia de la Universidad Complutense de Madrid, entre otras. Como apoyo a la lectura rigurosa de libros y artículos se acudió de forma asidua a Internet, sobre todo a través de Google Académico, donde se cuelga información científica puntera.

Los datos teóricos recogidos se fueron incorporando a la tesis referidos con el sistema de citación para humanidades Chicago, en concreto se ha utilizado la 15ª edición: *The Chicago Manual of Style 15ª edition* (University of Chicago Press: 2010), traducida por la Universidad de Deusto.

## **2.-PRÁCTICA**

Establecidas las bases teóricas del estudio se realizó una extensa investigación experimental en distintos lugares y etapas.

Con objeto de trabajar con ceras y distintas pastas cerosas se acudió al Laboratorio de Magnetobiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza, en el que se desarrolló un estudio físico de rangos de fusión y un meticuloso trabajo en maquetas sobre posibles pastas de relleno de lagunas volumétricas en cera.

Para envejecer las maquetas allí elaboradas, se contó con el Laboratorio de Química perteneciente a la red de Laboratorios de Ciencia y Tecnología aplicadas a la Conservación del Patrimonio (RedLabPat), CEI, Campus Moncloa (UCM-UPM), utilizando su cámara de envejecimiento acelerado por UV y uno de sus microscopios ópticos.

Se intentó realizar un estudio de la dilatación térmica de la pasta original y diversas pastas de relleno en el Laboratorio de Física de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Zaragoza que interesaba para abordar el tema de la reintegración estructural. El material a estudio, la cera, no permitió que se pudieran hacer este tipo de medidas ya que se derretía al ser pulida para ser colocada en el dilatómetro.

Toda la experimentación realizada en materia de adhesivos y unión de fragmentos de cera se llevó a cabo en el Laboratorio del Departamento de Ciencia de los Materiales de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, así como el análisis de resultados por microscopía electrónica de barrido.

Se ensayaron y estudiaron los tratamientos de restauración estructural referentes a la adhesión de fragmentos y reintegración volumétrica de lagunas en maquetas de cera. Para ello se recreó la pasta original de los modelos anatómicos y de obstetricia de la Colección *Javier Puerta*, de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, que más tarde se intervendrían. Se utilizó para este fin el recetario de Bonélls y Lacaba, *Curso completo de anatomía*, donde se describe la composición de la pasta con que en su día se elaboraron estos artefactos.

Se llevó a cabo una propuesta de adhesivos y de materiales de relleno para esta cera particular, en base a las exigencias restauradoras.

A partir de aquí se elaboraron dos maquetas de estudio diferentes, a fin de reproducir la tipología de daños estructurales a tratar, ya mencionados: maquetas de reintegración y maquetas de tracción uniaxial. Se estudió mediante una larga serie de ensayos la idoneidad y comportamiento de pastas céricas de relleno y de adhesivos, en referencia a su estabilidad, re-tratabilidad y flexibilidad frente a la pasta original emulada.

Seleccionados los materiales más adecuados a este respecto, se trasladó el estudio de laboratorio a la praxis en obra real. Se intervino, en diferentes grados y mediante un equipo multidisciplinar, sobre cuarenta piezas de la colección madrileña. Las tres más representativas en relación a intervenciones estructurales se han seleccionado como objeto de estudio para esta tesis.

## I. 3.-ESTRUCTURA

---

La presente tesis se ha dividido, dado su carácter teórico-experimental, en once capítulos distribuidos en las cuatro partes siguientes:

La primera aborda la historia de la ceroplástica en cuatro capítulos. En el primero se estudia la evolución y usos de la cera en el arte desde el Antiguo Egipto hasta el siglo XX. El segundo se centra en el modelo anatómico en cera, su necesidad y desarrollo a través de los gabinetes de las principales escuelas europeas, para concluir, con un tercero, donde se investiga la historia de la colección madrileña del Real Colegio de Cirugía de San Carlos de Madrid y su gabinete anatómico. Un cuarto capítulo se centra en analizar los posibles materiales y las técnicas de elaboración de estos artefactos.

La segunda parte está dedicada a la conservación-restauración de objetos en cera que se desarrolla en tres capítulos. En el primero se analizan los principales agentes de deterioro y las alteraciones que afectan a los mismos. El segundo presenta una recopilación de las recomendaciones que diversas instituciones internacionales de conservación proponen en relación a su preservación y el tercero recoge las propuestas para tratamientos estructurales en esculturas de cera desarrolladas por diversos investigadores.

Una tercera parte se centra en todo el desarrollo experimental que se ha llevado a cabo en busca de la selección de un adhesivo y de una pasta de relleno adecuados para realizar uniones de fragmentos y reintegraciones volumétricas en los modelos de la colección citada.

La cuarta parte consta de dos capítulos. El primero analiza el estado general de conservación y la tipología de daños de carácter estructural que sufren los modelos de la colección. Y el segundo explica la intervención estructural realizada en tres piezas significativas al respecto.



Tras el cuerpo de la tesis, se exponen las conclusiones finales a las que todo este estudio ha conducido.

A continuación, la bibliografía pormenorizada consultada y las líneas de investigación que esta tesis abre a futuro.

Finalmente, se aportan cinco anexos aclaratorios sobre diferentes cuestiones de la misma. El primero recoge documentos transcritos del tratadista de arte Cennino Cennini relativos a la realización de moldes que complementan varios capítulos de la primera parte, concretamente, el uno y el cuatro. El segundo analiza la cera como material desde un punto de vista físico-químico y muestra una clasificación de los distintos tipos existentes. En un tercero se ha creído conveniente realizar un glosario de términos relacionados con el campo de la ceroplástica. El cuarto recopila los créditos de algunas de las imágenes utilizadas, las que no aparecen citadas son fotografías del Prof. Luis Castelo, que aparecen referidas en los propios textos, o más.

## PARTE 1: LA CERA COMO MATERIAL EN LA HISTORIA DEL ARTE Y DE LA MEDICINA

---



## CAPÍTULO I

---

### LA CERA EN EL ARTE





## 1.-LA CERA EN EL TRÁNSITO AL MÁS ALLÁ

El arte de modelar la cera surgió en el ámbito religioso, donde, desde tiempos remotos, desempeñó un importante papel en las ceremonias fúnebres como sustituto del cadáver. Aunque son escasos los testimonios de la Antigüedad conservados dada la fragilidad del material, aquélla tuvo una importante presencia en el arte al ser un material de fácil manejo, económico, que se podía colorear, resultaba muy maleable y permitía la adición de partes orgánicas, como pelo y dientes humanos. Todo ello contribuía a dotar a la escultura así tratada de una inestimable verosimilitud con la realidad del cuerpo muerto.

En Egipto, la cera se utilizó tradicionalmente para confeccionar máscaras, retratos o efigies de los faraones<sup>1</sup>. Apunta la investigadora Geraldine Pinch, que los egipcios usaban este material por su gran parecido con la carne y le incorporaban, a menudo, desechos humanos como saliva, pelo, o trozos de uñas, con propósitos mágicos<sup>2</sup>. La creencia en una vida tras la muerte estuvo asociada a la parte más expresiva del cuerpo humano: el rostro<sup>3</sup>. Estas representaciones plásticas del personaje servían como

«[...] una contraimagen con el potencial de ser eternamente el doble y sustituto» del sujeto, de forma espacial así como temporal<sup>4</sup>.

Las efigies en cera eran figuras de culto dado que la divinidad las poseía, no desde un punto esotérico, sino religioso, y también tenían cabida como parte importante en la *magia simpática*, esto es, aquélla que, a través de la imagen artística, busca resultados favorables<sup>5</sup>. Sólo se han conservado las que fueron enterradas como parte de rituales en

---

<sup>1</sup> Consúltase el Anexo I del presente estudio donde se recoge como Cennino Cennini describe la forma de elaborar una máscara o efigie.

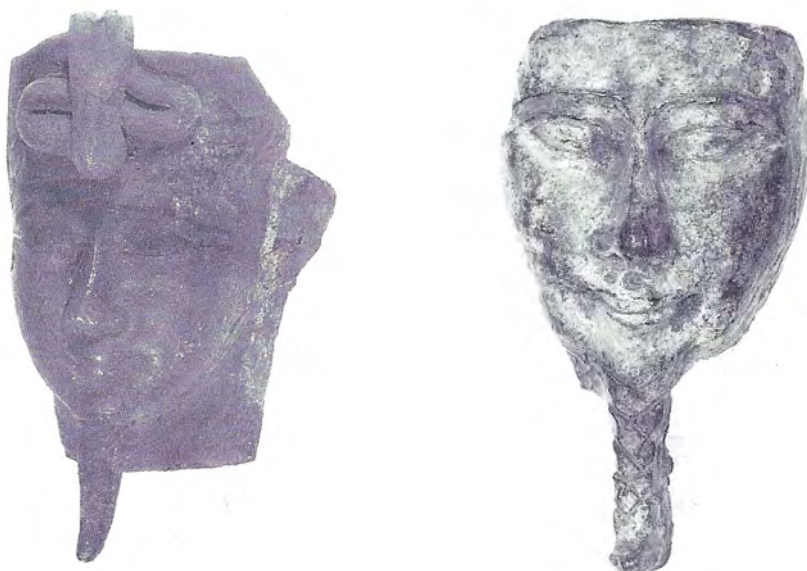
<sup>2</sup> Geraldine Pinch, *Magic in ancient Egypt* (Austin: University of Texas Press, 1994), 81.

<sup>3</sup> Julius Von-Schlosser, «History of Portraiture in Wax», en *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*, ed. por Roberta Panzanelli (California: Getty Publications, 2008), 176.

<sup>4</sup> Emily Teeter, *Religion and Ritual in Ancient Egypt* (Cambridge: Cambridge University Press, 2011), 4.

<sup>5</sup> Von-Schlosser, *History...*, 176.

tumbas de los primeros años de su era<sup>6</sup>. Como forma de adorar a sus dioses, los egipcios les hacían ofrendas dentro de los rituales propios de las celebraciones de los festivales de Osiris (figs. 1, 2), la Fiesta del Valle y el Festival de Amunhotep I<sup>7</sup>.



**FIGS. 1 y 2.-** Máscaras de Osiris. Cera. Museo del Louvre, París, Francia. Izquierda: encontrada en el cementerio Tehneh. Derecha: de origen desconocido.

Numerosas esculturas - de no más de veinte centímetros de alto, con cabeza de animal-, han sido descubiertas en tumbas faraónicas acompañando al difunto en su tránsito al más allá<sup>8</sup>. Tras la momificación, eran enterradas como amuletos junto a varios de los órganos que les eran extraídos antes de ser embalsamados: el hígado, los pulmones, el estómago y las entrañas<sup>9</sup>. Se trata de figuritas concebidas para atraer la protección divina en ese nuevo viaje; parece ser que el hecho de confeccionarlas en cera les imprimía propiedades potencialmente mágicas. Se han encontrado, sobre todo, en

---

<sup>6</sup> Pinch, *Magic...*, 90.

<sup>7</sup> Teeter, *Religion...*, 56-75.

<sup>8</sup> Alicia Bazarte Martínez, «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía» *Historia 06* (2006), 2, acceso el 11 de noviembre de 2009, [http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art\\_hist\\_06.html](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art_hist_06.html)

<sup>9</sup> Pinch, *Magic...*, 98.

tumbas del Imperio Medio<sup>10</sup>, a modo de representaciones humanas. El nombre del difunto aparece, en ocasiones, inscrito en la escultura, dotada de cabeza de hombre, mono, perro o halcón, esto es, de los *genios protectores*, considerados *los cuatro hijos de Horus*<sup>11</sup> (fig. 3).

**FIG. 3.** – Los cuatro hijos de Horus  
A. - Amsit B. -Hapy C. -Douamoutef  
D. -Quebéhéseuof. Máscaras en  
cera. Encontradas en el cementerio  
de Tehneh. Museo del Louvre, París,  
Francia.



**FIG. 4.-** Máscara mortuoria en yeso.  
Anónimo. Encontrada en el templo  
del Rey Teti de la Sexta Dinastía.  
Museo de El Cairo. Egipto.

De igual modo, se confeccionaron en el Antiguo Egipto efigies en cera que se ubicaban en los templos (fig. 4), lugares donde se desarrollaban las ceremonias devocionales que actuaban como

<sup>10</sup> Hacia el 2000 a. C.

<sup>11</sup> Jean-Louise Hellouin de Cenival, «La cire dans l'ancienne Egypte», en *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon y Guilhem Scherf (Paris: RMN, 1987), 85-88.



[...] espacios dramáticos de rituales esenciales para el mantenimiento del Cosmos que entabla el diálogo principal entre los reinos de los humanos y el Dios<sup>12</sup>,

y se invocaba a varias deidades, por ejemplo a Thoth, en este caso a través de una figura de un babuino en cera, según consta en los papiros de época greco-egipcia<sup>13</sup>.

Aquéllas, a modo de orejas, eran adoradas en las casas particulares con el fin de contactar, por medio de la palabra, con la deidad. Curiosamente autores como Herodoto y Cicerón aseguran que la palabra *momia* procede de un antiguo vocablo egipcio: *mom*, que significaba *cera*; porque era este material el que utilizaban para embalsamar los cadáveres<sup>14</sup>. El cuerpo así preparado era introducido en una cámara mortuoria, siendo acompañado por todo cuanto iba a necesitar en el tránsito al más allá, desde amuletos en cera hasta alimentos. Se supone que estos objetos los utilizaban para protegerse del castigo de los dioses por no haber establecido en vida una buena relación con ellos o haber cometido algo desafortunado<sup>15</sup>.

Los primeros retratos en cera fueron realizados con la técnica de la encáustica<sup>16</sup> y datan del 3000 a. C. en el Antiguo Egipto. Llegaron a su máximo esplendor en la Grecia clásica. Los más antiguos conservados a día de hoy, y posiblemente los más arcaicos que nos ha legado la cultura occidental, son los retratos funerarios de la necrópolis de El Fayum (fig. 5), situada a unos sesenta kilómetros al sur de El Cairo, de los siglos I y IV a. C. Colocaban sobre el rostro de la momia retratos de hombres y mujeres en cera pintados sobre tablas

---

<sup>12</sup> Teeter, *Religion...*, 39.

<sup>13</sup> Pinch, *Magic...*, 98.

<sup>14</sup> D. Magnier Lebrun, *Nouveau manuel complet du moleur* (Paris: Roret, 1850), 215.

<sup>15</sup> Teeter, *Religion...*, 104-118 y 130.

<sup>16</sup> La encáustica es una técnica pictórica antiquísima (data del siglo IV a. C.) que consiste en combinar pigmentos de color con cera de abejas como aglutinante; la masa se calienta y de este modo la materia penetra en los colores, fijándolos. El resultado son pinturas muy estables y brillantes.

de madera de tilo y roble o inclusive vendas de lino<sup>17</sup>, que constituían en sí mismos objetos sagrados que representaban la inmortalidad de los retratados, en relación a las tradiciones funerarias de la época.



**FIG. 5.-** Retrato de Eirene, hija de Sileno. Encáustica. Procedente de El Fayum, h. 45 d. C. Württembergisches Landesmuseum, Antikensammlung, Stuttgart, Alemania.

Los griegos decoraban sus dormitorios con bustos de cera de sus hijos<sup>18</sup> que eran tratados con absoluta verosimilitud. Esta costumbre también fue seguida por los persas y asimilada por los romanos con las *ius imagine*, colocadas en el atrio de sus casas, tal y como se verá más adelante.

Según Plinio el Viejo, se debe al escultor y retratista clasicista Lisítrato di Sicione (h. 370 a. C.-318 a. C.), la idea de reproducir en cera la máscara del difunto, por medio de un calco del rostro. Se aplicaba yeso sobre el mismo y se vertía la cera fundida y coloreada, en el molde a modo de positivo. Este artista griego realizaba sutiles correcciones sobre la máscara en cera, ya fría, para acercarla lo más posible a la realidad<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> «Retratos funerarios del antiguo Egipto», acceso el 4 de noviembre de 2014, [http://perso.wanadoo.es/historiaweb/egipto/retratos/index\\_retratos.htm](http://perso.wanadoo.es/historiaweb/egipto/retratos/index_retratos.htm)

<sup>18</sup> Gaston Le Breton, *Essai Historique sur la Sculpture en cire* (Rouen: Espérance Gagniard, 1894), 8.

<sup>19</sup> Cayo Plinio Cecilio Segundo, *Historia Natural*. Traducida y anotada por el Doctor Francisco Hernández, (Madrid: Visor, 1998) libro XXXV, cap. XII, 163.

Aristóteles recurrió a la metáfora de la impresión en cera para referirse al alma como sustancia. Si la cera y la impresión no son uno, según su opinión no había necesidad de preguntarse si el alma y el cuerpo lo son<sup>20</sup>. La máscara funeraria, a tal respecto, mantiene de forma material la ausencia física del muerto al entrar en contacto con su piel.

En la Roma Antigua se realizaron piezas denominadas *cerae*, que se ubicaban dentro de las casas patricias romanas en áreas nobles destinadas para ello, como el *artium*<sup>21</sup> o el *alae*<sup>22</sup>. Se crearon con el fin de conservar una memoria física, táctil y duradera de los difuntos distinguidos. Registran, al milímetro, la realidad del rostro ajena a toda posible interpretación por parte del artista, pues el molde era tomado por contacto directo con el cadáver. Se otorgaba al retrato formas realistas, por lo que no se descarta que se les añadieran ojos de cristal y cabello natural. Según narra Plinio:

[...] en los atrios se exponían [...] máscaras moldeadas en cera, que estaban colocadas cada una en un nicho: retratos para acompañar a las procesiones funerarias familiares<sup>23</sup>.

E incluso, en ocasiones especiales, como podían ser los funerales de los personajes más insignes, se procedía a elaborar una replica del fallecido: se elegía la cera para el rostro y un maniquí sencillo servía para simular el cuerpo, que era recubierto de suntuosos ropajes. Este sustituto del cadáver evitaba el hedor derivado de la putrefacción generada durante los siete días que solía durar la ceremonia de enterramiento. En la fase final del

---

<sup>20</sup> Aristóteles, traducción de Tomás Calvo Martínez, *Acerca del alma*. Biblioteca Básica Gredos. En línea, acceso el 4 de noviembre de 2014 <http://biblio.url.edu.gt> [http://biblio3.url.edu.gt/Libros/20117acer\\_alma.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/20117acer_alma.pdf) Libro Segundo, Capítulo Primero, *Donde se recurre a la doctrina expuesta en la Metafísica para definir al alma como entidad – entiéndase forma, esencia y definición – del viviente*. 49; Apunta Aristóteles: “De ahí que no quepa preguntarse si el alma y el cuerpo son una única realidad, como no cabe hacer tal pregunta acerca de la cera y la figura y, en general, acerca de la materia de cada cosa y aquello que es materia”.

<sup>21</sup> El atrium en la casa romana correspondía a un patio central, al que rodeaban las distintas dependencias de la misma. Von-Schlosser, *History...*, 181.

<sup>22</sup> El alae de la casa romana no era sino el ala del edificio, dos estancias que salen de dos lados opuestos del atrio, usadas originariamente para la entrada de agua, aire y comunicación con el exterior. Von-Schlosser, *History...*, 181.

<sup>23</sup> Plinio Segundo, *Historia...*, XXV, cap II, 6.

ceremonial, estas piezas eran quemadas en un acto solemne y la máscara mortuoria, creada aparte, transcendía al tiempo en recuerdo del rey o noble. En Cuma, hacia 1852, se encontraron en un antiguo lugar de sepultura romano, dos esqueletos del siglo III con las cabezas en cera (fig. 6), cabello real y ojos de vidrio<sup>24</sup>, supuestamente ofrendados en un rito de purificación en relación a una ceremonia funeraria<sup>25</sup>.

**FIG. 6.-** Máscara funeraria encontrada en Cuma. Cera y ojos de vidrio. Museo Arqueológico Nacional de Nápoles, Italia.



Además, durante la Antigüedad fue costumbre realizar rituales funerarios y panegíricos en los que los actores portaban las máscaras de los antepasados, vestidos acorde con el rango, para encarnar a los fallecidos<sup>26</sup>.

A lo largo de la Edad Media se mantuvo la práctica de la máscara mortuoria en cera, a modo de reliquias figurativas, con la intención de salvaguardar la memoria y rasgos de monarcas, santos y personajes relevantes. Se tiene noticia que en Francia, la máscara iba acompañada de manos en cera y de un cuerpo tejido en mimbre que se cubría con las vestimentas adecuadas, en recuerdo del muerto. La efigie se guardaba en la cámara

---

<sup>24</sup> Von-Schlosser, *History...*, 177.

<sup>25</sup> Le Breton, *Essai...*, 10.

<sup>26</sup> Harriet Flower, *Ancestor Masks and Aristocratic Power in Roman Culture* (Oxford: Claredon Press, 1996): nota 65, 270.

funeraria y, en ocasiones, el cuerpo, en lugar de ser sustituido, era embalsamado. Esta tradición se mantuvo vigente en países como Inglaterra y en ciudades como Venecia<sup>27</sup>.

En la cotidianeidad del mundo antiguo, la superstición llevó a la práctica común de la magia para obtener poderes sobrenaturales más allá de las posibilidades del alma humana. Ritos de fertilidad, búsqueda de recompensas, conjuros de amor y la incapacitación del enemigo, eran los más usuales y, en muchos de ellos, intervino la cera, de forma pagana, a través de figurillas realizadas a imagen y semejanza de la persona a hechizar<sup>28</sup>.

Ya los egipcios fabricaban amuletos y pequeñas estatuillas en cera de carácter mágico,

Un papiro de la época de Ramsés III nos cuenta que un conspirador realizó hombres en cera [...] con poderes mágicos [...] para ganarse el amor de las mujeres del Faraón e introducirse en el harem Real <sup>29</sup>.

Algunos escritos de la época indican cómo hechizar a los enemigos y derrotarlos mediante dobles en cera de dioses y hombres<sup>30</sup>. Uno de los casos más antiguos del uso maléfico de este material se relaciona con el *Papiro Westcar*, que data del siglo VII a. C., en el que se recogen las historias sobre magia, con las que los hijos del rey Khufu, le entretenían. Indica Pinch en sus estudios, que probablemente la primera que se escribió fue sobre Imhotep, hoy desaparecida. La segunda cuenta que un sacerdote, de nombre Webaofer, elaboró una figurilla en cera de un cocodrilo y se la dio a unos de sus sirvientes para que la echara a un río a la espera de que el amante de la mujer de su rey,

---

<sup>27</sup> Von-Schlosser, *History...*, 185-187.

<sup>28</sup> Para más información y anécdotas sobre este tema consúltense los trabajos de Le Breton, *Essai...*, 20-23 y Robert Fowler, «Greek Magic, Greek Religion», *Illinois Classical Studies* 20 (1995), 1-12 o el compendio desarrollado y editado por Christopher Athanasios Faraone y Dirk Obbink, *Magica Hiera: Ancient Greek Magic and Religion* (New York: Oxford University Press, 1991).

<sup>29</sup> Le Breton, *Essai...*, 5.

<sup>30</sup> Le Breton, *Essai...*, 5-6.

Nebka, se sumergiera en el agua. Allí la efigie cobró vida y devoró al hombre. El rey, al ver al animal, se asustó tanto que pidió a Webaofer que lo retornara en figura de cera<sup>31</sup>.

De hecho, según esta investigadora, la importancia de la cera en rituales de magia negra, fue grande en el Antiguo Egipto. En un sentido negativo y positivo, dado que consideraban que este material podía actuar tanto destruyendo como ejerciendo de medido de protección. No siempre se referían a infringir un daño, también podían acompañar a conjuros de amor o a otras invocaciones<sup>32</sup>. Indica Fjona G. Calvert que en esta civilización, las prácticas de hechizos estaban muy difundidas, sobre todo, en el campo de la política y que existían, inclusive, magos profesionales<sup>33</sup>.

Los que tenían un fin maléfico, se utilizaban en los templos, en ceremonias celebradas contra grandes demonios o enemigos, cuyo nombre escribía el sumo sacerdote en las figurillas. La mayoría se depositaron en los templos de Osiris y Abidós, hacia el siglo III a. C.. Allí los quemaban con trozos de hierro incandescentes o los introducían en hornos dentro de una calavera de hueso, dato que se conoce por los restos de humo negro y cenizas conservados en éstas. A menudo, los modelaban con las manos atadas a la espalda, con cuerda roja o negra, para evitar que escaparan durante el maleficio<sup>34</sup>.

En el British Museum se exponen varias figurillas de cera que contienen un papiro enrollado donde se ha escrito un conjuro (fig. 7). Esta corresponde al periodo en que Egipto ya estaba dominado por las leyes romanas, sobre el siglo II a. C. Modelada en cera oscura, presenta por la parte de delante del torso, material mezclado con fibras de pelo humano. Se piensa que representaban la esencia de la persona a la que hacía referencia el modelado, de forma que los ritos que se le aplicasen a éste, afectarían al dueño del cabello añadido. Contiene en la parte de atrás un papiro que ahora resulta indescifrable por lo que su fin se ha definido como incierto.

---

<sup>31</sup> Pinch, *Magic...*, 51, 96.

<sup>32</sup> Pinch, *Magic...*, 87.

<sup>33</sup> Fjona G. Calvert, *El libro de los hechizos. Cómo hacer y deshacer conjuros* (Madrid: Edaf, 1995), 16.

<sup>34</sup> Pinch, *Magic...*, 87, 92.



**FIG. 7.-** Figura humana. Cera. Antiguo Egipto, 100 - 200 a. C. British Museum. Londres, UK.

Para los griegos, los *démones* o espíritus demoníacos eran unos seres que se ubicaban entre los dioses, según narra Hesiodo<sup>35</sup>. En la Grecia Antigua se recurría a la medicina popular y se utilizaban los encantamientos mágicos. Magos profesionales, atravesaban con alfileres o clavos, muñecos de cera, que más tarde eran depositados en las puertas de las casas o en las tumbas de los enemigos. Solían llevar la fórmula *yo ato*, que indicaba que el hechicero podía, a través de la efigie en cera, llamar sobre ella la maldición de los dioses infernales, atar la voluntad del adversario para que no hiciera algo, que en otro caso, sería perjudicial para el invocante. Parece ser que estas prácticas causaron grandes estragos en la época helenística y en la imperial<sup>36</sup>. Su uso se deduce de algunos textos,

«A todos éstos yo les hago una atadura mágica [...] con plomo, con cera y con hilo»<sup>37</sup>.

Sobre el desarrollo de este tipo de brujería escribió Platón en *Las Leyes*. Señaló que, a pesar de su propio escepticismo, la magia negra creaba tremendos efectos psicológicos

---

<sup>35</sup> Ildefonso Robledo Casanova, *Magos y demonios en la antigüedad*, acceso el 13 de abril de 2015, <http://monografias.com>

<sup>36</sup> Robledo Casanova, *Magos...*, acceso el 13 de abril de 2015, <http://monografias.com>

<sup>37</sup> Amor López Jimeno, *Textos griegos de Maleficio* (Madrid: Akal, 2001), 15,16. Referido como núm. 55=DTA 55, Ática, finales del siglo IV a. C.

sobre la población, ya que las personas se autosugestionaban y temían las agresiones de este tipo<sup>38</sup>.

[...] y si, por ejemplo, ven figuras de cera modeladas en puertas, encrucijadas o tumbas de sus antepasados es inútil pedirles que desprecien estas brujerías cuando se tiene una opinión clara sobre las mismas<sup>39</sup>.

Platón mantiene frente a todo ello una postura racionalista, pero, a pesar de no creer en ello, insiste en recomendar y pedir a la gente que no recurra a tales prácticas y que éstas sean castigadas legalmente por un tribunal. El filósofo llegó a solicitar la pena de muerte para aquéllos que llevaban a cabo sortilegios<sup>40</sup>. Apunta Amor López Jimeno, profesora de Filología Griega en la Universidad de Valladolid, que esto es importante, en tanto en cuanto su testimonio demuestra que la magia era muy común en la Atenas clásica al estar muy extendida en todas las capas sociales<sup>41</sup>.

También en la época greco-romana, según se ha descubierto en excavaciones arqueológicas, para realizar la llamada *magia agresiva*, se utilizaban finísimas láminas de plomo, cera, madera u otros materiales maleables<sup>42</sup>. Son las conocidas como *defixionum tabulae*, sobre las que se grababa el nombre de la víctima, la fórmula mágica, el nombre de la divinidad y el objetivo que se le pedía alcanzar<sup>43</sup>. En el ritual de magia se recurría a la atadura, ya comentada, mediante la cual elaboraban el conjuro oportuno. Su definición latina es *defixiones*, lo que alude a atravesar esa lámina maléfica con un objeto punzante para provocar embrujos de todo tipo: amorosos, judiciales, comerciales y

---

<sup>38</sup> López Jimeno, *Textos...*, 9.

<sup>39</sup> Platón, *Las Leyes*. Ed. de José Manuel Ramos Bolaños (Madrid: Akal, 1988), 496. Libro XI (Leyes 933A).

<sup>40</sup> Calvert, *El libro...*, 20.

<sup>41</sup> López Jimeno, *Textos...*, 10.

<sup>42</sup> David R. Jordan, «A Survey of Greek Defixiones not included in the Special Corpora», *GRBS* 26 (1985): 151. Se conservan defixiones griegas en los museos arqueológicos de Palermo, Agrigento, Siracusa y Atenas según López Jimeno, *Textos...*, 322.

<sup>43</sup> Calvert, *El libro...*, 20.



hasta deportivos<sup>44</sup>. Siglos más tarde, indica López Jimeno, el término aparece atestiguado por Platón, en *La República*, donde transmite la existencia de ciertos magos que se creían capaces de doblegar a los mismos dioses, por medio de estas ataduras y conjuros,

[...] sacerdotes medicantes y adivinos acuden a las puertas de los ricos, convenciéndoles de que han sido provistos por los dioses de un poder [...] si se quiere dañar a algún adversario por un precio reducido [...] por medio de encantamientos y ligaduras mágicas, ya que [...] han persuadido a los dioses y los tienen a su servicio<sup>45</sup>.

A pesar de que el fin más habitual era el maléfico, otras fuentes literarias, como el *Idilio* II de Teócrito (28-29), la *Égloga* VIII (74-75) de Virgilio o la *Sátira* I (30-33) y el *Epodo* XVII (76) de Horacio, indican que también estas figurillas en cera podían realizarse con fines eróticos y positivos para favorecer el parto y la fecundidad, la cura y prevención de enfermedades o las buenas cosechas. Escribe López Jimeno que se halló, a tal ejemplo, una pareja de amantes abrazados modelada en cera (fig. 8) junto al papiro *PGM* CI<sup>46</sup>.



**FIG. 8.-** Amantes abrazados. Cera. Hallada en Egipto envuelta en un papiro.

---

<sup>44</sup> López Jimeno, *Textos...*, 322.

<sup>45</sup> Platón. *La República*. Ed. Castellana de C. Eggers (Madrid: Gredos, 1986), *Resp.* II 364 C.

<sup>46</sup> López Jimeno, *Textos...*, 16.

Durante toda la Antigüedad, dado que la cera se puede quemar, se utilizó como doble del personaje odiado con idea de, al derretirlo o clavarle largos alfileres, infringirle un daño mortal en ritos de vudú. Cerca de Antinoópolis, se ha encontrado, acompañando a una *defixión*, una figurilla femenina en cera, de los siglos II-III d. C., de unos nueve centímetros de altura, desnuda y con las manos atadas a la espalda, atravesada por trece de estos alfileres, ubicados en la boca, la cabeza, en ambos ojos y oídos, la vagina, el pecho, el ano, las palmas de las manos y las plantas de los pies<sup>47</sup>. La mayoría de estas efigies no se han conservado porque solían ser quemadas en los propios rituales, dentro de una práctica mágica de tipo *similia similibus*<sup>48</sup>.

En Grecia y Roma se confeccionaron las *pupae*, muñecas con cara de cera hechas a imagen y semejanza de su dueño, incorporando pelo del mismo, arte que sobrevivió hasta el siglo XX, fundamentalmente en Italia<sup>49</sup>, con los mismos fines según recoge el testimonio de Gaston Le Breton<sup>50</sup>.

En el culto de Adonis, los griegos realizaban festejos religiosos donde utilizaban estatuas en cera cargadas con poderes de algún tipo<sup>51</sup>.

Explica Cornelio Agrippa que en el Renacimiento se realizaban talismanes en cera y

[...] que el mago Nectanabus había hecho ciertas imágenes de cera con tal artificio que, cuando él las sumergía en el agua, [...] los navíos de guerra de sus enemigos se hundían<sup>52</sup>.

---

<sup>47</sup> López Jimeno, *Textos...*, 245.

<sup>48</sup> Amor López Jimeno, «Una figurita de plomo hallada en Paros y otras figuritas de magia maléfica», *MHNH* 10 (2010): 105.

<sup>49</sup> Benedetto Lanza y Liberto Perugi, *La cere Anatomiche della Specola* (Florencia: Arnaud, 1979), 15.

<sup>50</sup> Le Breton, *Essai...*, 9.

<sup>51</sup> Le Breton, *Essai...*, 7.

<sup>52</sup> Enrique Cornelio Agrippa, Trad. Bárbara Pastor de Arozena, *Filosofía oculta: magia natural* (Madrid: Alianza Editorial, 1992), 135.

En esta época, la brujería alcanzó su máximo esplendor. En su *Ente spiritum*, apunta Paracelso, el más célebre de los alquimistas:

Si, animado de odio contra alguien, quiero hacerle mal, es necesario, para conseguirlo, que me sirva de un intermediario, o sea, de un cuerpo. [...] esto se puede hacer mediante mi voluntad [...]por medio de la cera<sup>53</sup>.

Se eligió como medio la cera de abejas porque todas estas figuras, tal y como se ha comentado, solían ser quemadas en un acto simbólico por la fuerza del fuego. Este material tiene la capacidad de derretirse y no dejar rastro tras de sí. Pero, sobre todo, fue utilizada por los hechiceros por su facilidad para modelarse y transformarse, para fundirse y renacer en una nueva forma, lo que fascinó a toda la Antigüedad.

## 2.-LA CERA EN LOS EX - VOTOS

Un ex-voto<sup>54</sup>, término latino, es una donación que se hace a una divinidad sanadora pagana, y, entrado el catolicismo, a Cristo, a alguna Virgen o un Santo, como agradecimiento de un beneficio recibido. También puede suponer, por parte del creyente, un método de expulsión de una enfermedad, la muerte o la negatividad hacia el exterior, quedando fijada en un ser divino, de modo que ésta desaparece de su propio cuerpo al ser neutralizada<sup>55</sup>.

Encuentra su origen en las civilizaciones egipcias y mesopotámicas, y se dejaba en un lugar sagrado por motivos rituales. De manera habitual, los ex-votos tenían un carácter

---

<sup>53</sup> Calvert, *El libro...*, 22.

<sup>54</sup> Merece especial atención señalar el estudio realizado al respecto por Roberta Ballestrero, «*Efigie, Cadáver y Cuerpo enfermo en la Ceroplástica*», (tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2012). Véanse a tal efecto las páginas 43-63, sus maravillosas imágenes y todo el desarrollo que realiza sobre su tipología.

<sup>55</sup> Alicia Sánchez Ortiz, Sandra Micó Boró, Nerea del Moral, «Cuerpos de cera un patrimonio olvidado. Religiosidad, superstición o ciencia en la representación del cuerpo humano», *De Arte* 11 (2012): 14.

popular y se realizaban en cera virgen de abejas<sup>56</sup> o arcilla, sin ningún tipo de propósito artístico, pero sí con una fuerte carga simbólica, por lo que, a menudo, son ingenuos o vulgares en su elaboración (fig. 9). Podía tratarse de pequeñas figurillas, partes anatómicas (fig. 10) o inclusive animales, y siempre existía una conexión de semejanza entre la persona que lo ofrendaba y su imagen, de ahí que en relatos medievales sobre curaciones milagrosas los términos latinos empleados sean *similitudines*, *efigies*, *images*, o *estatuas* si la figura representaba un cuerpo entero<sup>57</sup>. David Freedberg resalta la importancia de que exista este parecido con la víctima, el accidente, lo acontecido o la enfermedad, para que la imagen tome fuerza, porque aquéllo que es más semejante a la naturaleza es considerado más eficaz para el fin que se propone<sup>58</sup>. En los santuarios griegos se ofrecían a la divinidad figuras de cera de diferentes partes del cuerpo, simulacros de partes anatómicas – miembros heridos, mutilados, con cicatrices, etc. –, en agradecimiento por las enfermedades curadas, al estilo de los futuros ex-votos cristianos del siglo VI d. C., italianos, españoles, mexicanos y guatemaltecos<sup>59</sup>.



**FIG. 9.-** Ex – voto representando a un niño. Cera blanca. Museo Nacional de Artes y Tradiciones. París, Francia.



**FIG. 10.-**Ex-voto representando un brazo. Cera blanca. Museo Nacional de Artes y Tradiciones. París, Francia.

<sup>56</sup> En los bestiarios medievales, se otorga una fuerte carga simbólica a la abeja, insecto libre de cualquier impureza, por ser asexual, que fabrica una sustancia pura. La cera adopta así una función mágica. Sánchez Ortiz et al., «Cuerpos de cera un patrimonio olvidado. Religiosidad, superstición o ciencia en la representación del cuerpo humano», 13, 14.

<sup>57</sup> Giordana Charuty, «Le voeu de vivre. Corps morcelés, corps sans âme dans les pèlerinages portugais», *Terrain* 18 (1992): 6. En línea, acceso el 14 de abril de 2015, <http://terrain.revues.org/3031>

<sup>58</sup> David Freedberg, *El poder de las imágenes. Estudios sobre la historia y la teoría de la respuesta* (Madrid: Cátedra, 1992), 170.

<sup>59</sup> Bazarte Martínez, «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía», 2.

La cera compartió poderes asociados a los dioses y a la mitología por esa

«[...] habilidad de ser milagrosamente transformada, eternamente, en encarnaciones diferentes»<sup>60</sup>.

Asimismo, se conservan ofrendas votivas de figuras en cera creadas expresamente para la Iglesia con el mismo fin que se buscaba en la Antigüedad: la curación o salvación de un desastre. El creyente mantiene viva la firme convicción de que la intercesión divina será tanto mayor si ofrenda su propio peso en cera y, no digamos, si se dona éste en figura humana de tamaño real, realizada de la forma más naturalista posible<sup>61</sup>. A tal efecto, en el siglo XIII se ofrecía una vela de la altura y espesor del votante, que denominaban “*mi grueso y largo*”<sup>62</sup>.

Durante la Edad Media, los ex - votos fueron muy utilizados. De hecho, la primera forma artística en ceroplástica fue de carácter votivo. La investigadora Giordana Charuty señala la gran cantidad de figuras en cera encontradas en capillas del norte de Portugal, ex -votos de distinta forma y tamaño: piernas, pies, vientres, corazones, senos, cabezas minúsculas y figuras de cuerpo entero vestidas o desnudas. Establece una interesante tipología sobre los mismos y las distintas clases de materiales en que podían estar hechos, destacando la cera, por lo que habla de *le corps de cire*<sup>63</sup>.

Comenta Le Breton que Carlos VI, afectado por una enfermedad muy grave, mandó realizar a un burgués parisino, en 1389, una talla en cera de sí mismo para implorar a San Pedro de Luxemburgo, a quien se le atribuían grandes milagros tras su muerte, en

---

<sup>60</sup> Catherine Heard, «Uneasy Associations: Wax Bodies Outside the Canon», en *Studies on Themes and Motifs in Literature. Disguise, Deception, Trompe-l'oeil. Interdisciplinary Perspectives*, ed. por Peter Lang (New York: Peter Lang Publishing, 2009), 231.

<sup>61</sup> Von-Schlosser, *History...*, 227.

<sup>62</sup> Georges Didi-Huberman, Trad. Amaia Donés Mendía, *Ex – voto: imagen, órgano, tiempo* (Barcelona: Sans Soleil, 2013), 79.

<sup>63</sup> Charuty, *Le voeu...*, 2.

1387<sup>64</sup>. Existen decenas de historias similares de donaciones de piernas de cera y demás partes corpóreas - enfermas o sanas -, en ceremonias religiosas; rostros y figuras de santos también fueron reproducidos en este material.

Florencia, a partir del siglo XIII, logró destacar en el arte de la ceroplástica a través de la ofrenda de ex - votos y después evolucionó hacia la representación de los santos y de la nobleza florentina. La tradición comenzó en la iglesia de Orsanmichele, donde se ubicaban, frente a una imagen milagrosa objetos, animales, partes del cuerpo y figuras humanas completas, todos ellos elaborados en cera<sup>65</sup>. Los grupos religiosos encargaron realizar gran cantidad de esculturas como receptáculos de reliquias, sustituyendo el miembro u órgano por su réplica en cera, para adornar los altares de sus monasterios y templos<sup>66</sup>. Durante un brevísimo espacio de tiempo se modelaron maniqués en cera a tamaño natural, vestidos, con fines devocionales, que fueron característicos de la iglesia de la Santissima Annunziata. Lorenzo de' Medici mandó reproducir como efigie votiva en cera, a tamaño natural, a su hermano Giuliano fallecido el atentado de 1478. Una de las tres copias que se realizaron, vestida con las ropas aún ensangrentadas, fue consagrada a las monjas de la iglesia de Chiarito<sup>67</sup> (fig. 12). Se tiene noticia de imágenes de reyes y nobles, como la de Carlos VI (1422) de tamaño natural y reproducida del natural, antes comentada, y la de Felipe de Valois, en 1350, o la de Carlos VII<sup>68</sup>. Normalmente, se exponía la efigie al público durante unos cuarenta días entre la muerte y los funerales, aunque esta duración dependía de la calidad del modelado.

---

<sup>64</sup>Le Breton, *Essai...*, 18.

<sup>65</sup> Roberta Panzanelli, «Compelling Presence. Wax Effigies in Renaissance Florence» en *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*, ed. por Roberta Panzanelli (California: Getty Publications, 2008), 14, 31.

<sup>66</sup> Bazarte Martínez, «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía», 3.

<sup>67</sup> Roberta Panzanelli, Trad. Rocío Ruíz, “Una presencia innegable: Efigies de cera en la Florencia renacentista,” *Sans Soleil* 5 (2013): 76. Ver nota 70 del presente capítulo acerca de las indicaciones que hace Vasari en *Vidas*.

<sup>68</sup> Le Breton, *Essai...*, 34. Para más información sobre el tema consúltense las páginas 35-38 del mismo libro.

A finales del Renacimiento, la milagrosa efigie de *la Virgen de la Anunciación* de esta ciudad<sup>69</sup> estaba rodeada por miles de ofrendas votivas: cabezas<sup>70</sup> y bustos de personajes célebres, como el retrato hecho por Benvenuto Cellini (1500-1571) de Alejandro de' Medici, pies y otros fragmentos anatómicos, realizados en cera, que intervendrían en ritos de sanación o de carácter funerario<sup>71</sup>.

En el Renacimiento, frente al simbolismo religioso del Medioevo en que la efigie asimilaba el cuerpo del difunto, se opone el discurso, que introduce, referido al ex - voto, el término de *los dos cuerpos* del rey, la figura que soporta el cuerpo político inmortal que sobrepasa al físico. Según Charuty, en efecto, el *boti* fue separándose progresivamente del cuerpo en las ceremonias que precedían a los funerales<sup>72</sup>.

Georges Didi-Huberman insiste en la plasticidad del ex-voto en cuanto que es un objeto reutilizable. Si se ofrece una parte del cuerpo en cera, sane o no, siempre puede fundirse y hacer otra ofrenda en caso de volver a enfermar, con lo que resulta muy económico y

---

<sup>69</sup> Situada en la iglesia de la Santissima Annunziata. En 1445 el culto en esta iglesia fue declarado cuestión de estado. Tal era la cantidad de ex - votos ubicados, que peligró la estructura arquitectónica del edificio y hubo que levantar un anexo dedicado a estas constantes donaciones. Panzanelli, *Compelling Presence...*, 15. Se recomienda ver el exhaustivo estudio que realiza en su Tesis Doctoral Ballestriero, *Efigie...*, en torno a lo que ella define como “*El teatro religioso en cera. Santuarios y culto popular*”, destacando la SS. Annunziata y el Santuario de la Madonna delle Grazie (64-91), y su análisis sobre “*El cuerpo como contenedor o caja de reliquias*”, que desarrolla en el Santuario de Nostra Signora del Pilastrello y la iglesia de San Giuseppe situados en Lendinara, provincia de Rovigo, Italia (92-103). Análogamente es de gran interés el análisis de Luigi M. Lombardi Satriani, «Ex -voto di cera in Calabria», en *La Ceroplastica nella Scienza e nell'arte*, ed. Leo S. Olschki (Florencia, 1977), 533-546.

<sup>70</sup> Se tiene constancia de que estuvo allí ubicada una efigie en cera, de tamaño natural, encargada por Lorenzo de' Medici hacia finales del siglo XV, en la fiesta de Acción de Gracias, con objeto de asegurar la salvación de su hermano Giuliano, que fue asesinado el 26 de abril de 1478. Panzanelli, *Compelling Presence...*, 13, 32. Vasari asegura que la figura fue realizada por Orsino Benintendi, descendiente de una familia florentina de cero-escultores. Giorgio Vasari, *Lives of the most eminent Painters, Sculptors and Architects 1511-1574* Ed. por Jonathan Foster (London, 1850), vol. II, 260. Relativo a la fig. 12 que aparece en el presente texto. Giorgio Vasari (1511-1574) fue un arquitecto, pintor y teórico del arte italiano, acceso el 12 de enero de 2015, <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/v/vasari.htm>

<sup>71</sup> Michel Lemire, «Representation of the human body: the coloured wax anatomic models of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries in the revival of medical instruction», *Surgical-Radiologic Anatomy* 14 (1992): 288.

<sup>72</sup> Charuty, *Le voeu...*, 13.

adaptado a las clases sociales bajas y el campesinado<sup>73</sup>. La cera es un material capaz de transformarse constantemente:

[...] permite alargar, y también construir, el tiempo del voto: se adapta plásticamente a los sufrimientos y a las oraciones, y puede cambiar cuando varían los síntomas y los deseos. [...] La cera, como material [...] se presta a la labilidad del síntoma que el objeto votivo intenta mágicamente englobar, sanar, transfigurar. Es polivalente, reproducible y metamórfica<sup>74</sup>.

En la actualidad, han pasado de colgar de los techos de iglesias, a presentarse como testimonio de la historia de la humanidad y de sus creencias, en los museos de antropología y, tal y como expresa Roberta Ballestriero,

El contrato que el ex-voto firmaba, literalmente, entre dios y el hombre, obviamente, desaparece por completo del ex-voto exhibido entre las filas de los objetos antropológicos del museo<sup>75</sup>.

### 3.-EL RETRATO EN CERA

Como bien señala Didi-Huberman, la cualidad orgánica y su flexibilidad hacen que exista entre la cera y los vivos cierta “*equivalencia antropológica*”<sup>76</sup>. Dante, en su *Divina Comedia*, considera que este material es una sustancia capaz de estampar la fuerza de la vida<sup>77</sup>. De ahí que, más que nunca, se trate de la cera y de su doble a través del retrato que registra cada rasgo y expresión del ser, que lo duplica. La adición de pestañas, barba

---

<sup>73</sup> Didi- Huberman, *Exvoto: imagen, órgano, tiempo*. Ed. por Amaia Donés Mendía (Barcelona: Sans Soleil, 2013), 34, 39.

<sup>74</sup> Didi- Huberman, *Exvoto...*, 39, 40.

<sup>75</sup> Ballestriero, *Efigie...*, 54.

<sup>76</sup> Didi- Huberman, *Exvoto...*, (nota 100), 252.

<sup>77</sup> Dante Alighieri, citado en Panzanelli, *Una presencia...*, 89.



o pelo real, la coloración del material y su translucidez - similar a la de la piel -, aumentaban tanto más la sensación de realidad.

Esta retratística convivió con el arte votivo y la escultura religiosa policromada desde el siglo XIII. En ese tiempo, las esculturas en cera de tamaño real, de nobles y ricos feligreses, comenzaron a encontrar su sitio en las iglesias a lo largo de la Europa Continental y Gran Bretaña. En algunas regiones fueron, inclusive, comisionadas en memoria del difunto. Así ocurrió en la Abadía de Westminster, donde a una escultura en cera a tamaño natural de Enrique III, realizada para su funeral en el año 1272, le siguieron la ejecución de otros modelos funerarios a tamaño real de varios nobles<sup>78</sup>.

Explica el investigador Julius Von-Schlosser, que la costumbre de representar la réplica de la persona fallecida con sus mejores vestiduras procede de tiempos antiguos<sup>79</sup>, de las máscaras funerarias como base para los retratos, reaparece en la Francia medieval y continúa hasta el siglo XVII, como parte, no sólo de ceremonias reales, sino también de la nobleza<sup>80</sup>. Se exponían sobre el féretro, en casa, en la iglesia y durante el cortejo,

[...] la imagen en cera servía para sustituir al verdadero difunto en la ceremonia pública, para permitir a la familia hacer una ceremonia privada<sup>81</sup>.

El artista que más se distinguió en este género fue Alfonso Lombardi de Ferrara (1497-1537). El retrato (*images*) en cera, conectado con la importancia dinástica o con la búsqueda de notoriedad, se extendió con rapidez en la Florencia renacentista. Y, tal y como indica Schlosser, es probable que hacia el siglo XVII la costumbre prosiguiera en Francia. Como ya se comentó, este modelo francés fue tomado como ejemplo en países

---

<sup>78</sup> Catherine Heard, «Uneasy Associations: Wax Bodies Outside the Canon» en *Studies on Themes and Motifs in Literature. Disguise, Deception, Trompe-l'oeil. Interdisciplinary Perspectives*. Ed. por Peter Lang (New York: Peter Lang Publishing, 2009), 233.

<sup>79</sup> Como se comentó con anterioridad, en la primera parte del presente capítulo, el testimonio más antiguo de los retratos de cera, fue descubierto en 1852 en Cuma (fig. 6).

<sup>80</sup> Von-Schlosser, *History...*, 196.

<sup>81</sup> Ballestrero, *Efigie...*, 218.

como Inglaterra y ciudades como Venecia. Aquí, una ceremonia similar por los funerales de los *Doge*<sup>82</sup> empezó en dicho siglo y resistió hasta el final de la República, en 1797<sup>83</sup>. Por ejemplo, la cabeza del Dogo Alvise IV Mocenigo (fig 11). Ballestriero indica que la gran familia de los Mocenigo tuvo hasta siete dogos, siendo éste el séptimo y uno de los últimos de la Serenísima República Veneciana. Apunta que Schlosser ya publicó esta imagen en 1911, y que entoces, la parte superior de la vitrina constaba de unas decoraciones de estilo rococó esculpidas en madera dorada, que incluían el escudo de armas de la familia, ahora roto<sup>84</sup>.



**FIG. 11.-** Efigie funeraria del Doge Alvise IV Mocenigo. Cera. 1779. Scuola Grande di San Rocco, Venecia, Italia.

Relata el historiador Poggio Bracciolini,

[...] los antiguos solían decorar sus casas, villas, jardines, arcadas y gimnasios con images de sus antepasados fallecidos para glorificar su propio nombre y su linaje<sup>85</sup>.

<sup>82</sup> *Doge* es el término italiano para denominar a los Dogos, esto es, a los gobernantes de la República en muchos estados italianos, ciudades-estado, durante los períodos medieval y renacentista.

<sup>83</sup> Schlosser, *History...*, 201.

<sup>84</sup> Ballestriero, *Efigie...*, 219, 220, 221.

<sup>85</sup> Poggio Bracciolini, *De vera nobilitate* (Rome: Edizioni di storia e letteratura, 2002), 122-123.

Se ha visto que desde Italia este arte se extendió por el Norte de Europa y Francia; no obstante, no se conserva vestigio alguno de estos bustos en cera, salvo moldes y figuras en terracota que nos pueden dar una idea de cómo pudieron ser (fig 12).

**FIG. 12.-** Busto de Giuliano de' Medici. Andrea del Verrocchio. 1475-1478. National Gallery. Washinton D.C., Estados Unidos.

Efigie en que pudo estar basada la figura votiva en cera de Orsino Benintendi. (Ver nota 70 del presente capítulo).



Desde mediados del siglo XIV, se utilizaron efigies vestidas en ostentosos ceremoniales funerarios, cuyo uso, como ya se citó, se mantuvo, hasta finales del siglo XVII, en las cortes reales de Francia e Inglaterra. El difunto es sustituido por su retrato en cera, e inicialmente por maniquíes de madera con manos y cabezas modeladas en este material, lo más realistas posibles y elaborados por los mejores artistas. Enuncia Schlosser, se hicieron para algunos cardenales, grandes nobles y reinas, excepcionalmente, como Ana de Bretaña, fallecida en el año 1513 y Catalina de' Medicis en el 1589<sup>86</sup>.

Esta fue la práctica de exhibir figuras en cera de altos personajes [...] una costumbre sorprendente, que una vez más hace de los sitios de culto los precursores de los posteriores gabinetes de figuras de cera<sup>87</sup>.

En los siglos XVI y XVII se realizaron retratos, así como escenas mitológicas y religiosas en relieve, a menudo incluyendo varias figuras. Nacía un género de obras que perduró

---

<sup>86</sup> Schlosser, *History...*, 201, 203, 205.

<sup>87</sup> Schlosser, *History...*, 204.

cerca de tres siglos: los *medallones-retrato* en cera, generalmente con el personaje retratado de perfil, a modo de bustos pequeños y con lujosos trajes adornados con perlitas, diamantes y otras piedras finas; solían ir aplicados sobre un fondo de pizarra, mármol o marfil coloreado. En el Norte de Europa, el escultor italiano Antonio Abbondio (1538-1591) fue pionero en la coloración de las ceras en 1571. Modeló estos retratos miniaturizados en relieve, sobre todo para la corte de los Habsburgo (fig. 13). Siguió la tradición su hijo, Alessandro Abbondio (h. 1570-1651).

Leone Leoni (h. 1509-1590) llevó a cabo medallones retratando al artista Michelangelo Buonarroti y a otros personajes de la nobleza en la corte de Felipe II de España. Le Breton comenta su habilidad para representar, en apenas tres centímetros de diámetro, todo un retrato coloreado. También destacan los trabajos de M. Courajod para una figura de Catalina de Medici, así como el que M. Emile Molinier hizo de Francisco della Rovere, duque de Urbino<sup>88</sup>.

El español Juan Adán (1741-1816) hizo, en estilo neoclásico, retratos con un estilo similar, de Carlos IV y María Luisa de Parma, al ser nombrado Escultor de Cámara en Madrid, en 1795. Según relata Francisco Pacheco en su *Libro de verdaderos retratos de ilustres y memorables varones*, con anterioridad, el pintor Pablo de Céspedes (1538-1608) también había desarrollado este tipo de habilidades durante una de sus estancias en la capital italiana<sup>89</sup>. Como puede deducirse por todo lo expuesto, fue un género artístico reservado a las clases altas de la sociedad del momento.

Hacia finales del siglo XVIII, los medallones modelados en cera polícroma de retratos individuales y grupales, estuvieron muy de moda en toda Europa. Destacable es la figura de John Flaxman (1755-1826), escultor neoclásico inglés que realizó relieves decorativos en cera inspirados en vasos y vasijas griegas y romanas. Con posterioridad,

---

<sup>88</sup> Le Breton, *Essai...*, 26-27 y 43-45.

<sup>89</sup> Francisco Javier Cantón, *Fuentes literarias para el estudio del arte en España* (Madrid: imprenta Clásica Española, 1923), 48.

el ceramista Josiah Wedgwood (1730-1795) se encargaría de hacerlos muy famosos al trasladarlos a piezas de porcelana<sup>90</sup>.



**FIG. 13.-** *Carlos V. Medallón-retrato en cera. Antonio Abbondio. 1571.*

En París destacaron las galerías que mostraban figuras en cera de pie y vestidas con ropas del propio titular, elaboradas por Antoine Benoist (1632-1717) entre 1668 y 1688, y más tarde por su hijo Gabriel Benoist en 1718, con el beneplácito de la corte francesa. Se trataba de auténticos escaparates en que se saciaban curiosidad y conocimiento en la muestra de personajes célebres.

Fue el médico de origen germano-suizo Philippe Curtius (1737-1794), posible tío de la famosa Madame Tussaud (1761-1850), quien convirtió estas figuras de sus iniciales usos oficiales a un respetable espectáculo de masas para todo tipo de clase social<sup>91</sup>.

---

<sup>90</sup> Enciclopedia Británica on-line, acceso el 5 de noviembre de 2014, <http://www.global.britannica.com>

<sup>91</sup> Jesusa Vega, *Ciencia, arte e ilusión en la España Ilustrada* (Madrid: Polifemo, 2010), 442, 444, 446.

#### 4.-LA CERA CON CARGA ÉTICA: LOS *TEATRINI* DE ZUMBO Y EL MUSEO ANATÓMICO POPULAR

Dentro de la variedad de cuadros con escenas en altorrelieve de cera, dedicados a temas de carácter religioso moralizante, es destacable la labor del Abate Gaetano Giulio Zumbo o Zumbo (1656-1701). Estos pequeños grupos escultóricos fueron conocidos en la época como *Teatros de la muerte*, probablemente porque representan escenas horribles con cuerpos putrefactos con un fin ético-escatológico. Fueron muy alabadas por el Marqués de Sade, Donatien Alphonse, quien apuntaba, en *Juliette* (1798), sus impresiones:

El impacto es tan grande que los sentidos parecen comunicarse consigo mismos. Sin darse uno cuenta, la reacción natural es taparse la nariz con la mano mientras se medita sobre este horrible espectáculo, que es difícil de ver sin albergar pensamientos mórbidos y de destrucción<sup>92</sup>.

El conjunto lo formaban cuatro teatrillos: *La peste* (figs. 14, 15, 16), *El triunfo del tiempo*, *La Vanidad de la Gloria Humana o La corrupción del cuerpo* y el *Morbo Gálico o La sífilis*. Según relataba David Robin Reilly:

[...] estas escenas no han sido ilustradas porque, a pesar de que son soberbias en color y modelado, los temas son particularmente desagradables. Zumbo parece haber sentido un peculiar placer en describir los más grotescos y horribles detalles con el más minucioso de los cuidados<sup>93</sup>.

Las piezas combinan la observación científica rigurosa de las diferentes etapas de descomposición del cuerpo humano con una iconografía edificante de la decadencia inevitable de la belleza humana y el poder. El artífice explotó al máximo el *pathos* dramático de la expresión.

---

<sup>92</sup> Marqués De Sade, *Juliette*, 1798, citado en Maria Gracia Cordua, Giancarlo Lombardi Lanterna, Rosanna Moradei, Mario Scalani, Laura Speranza, «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration», *OPD Restauro* 21 (2009): 44.

<sup>93</sup> David Robin Reilly, *Portrait Waxes an Introduction for Collectors* (London: B. T. Batsford LTD, 1953), 21.

El conjunto de estas obras se enmarca en la Europa del siglo XVII, momento en que se otorgó una especial atención a la brevedad de la vida debido a las guerras que asolaron el continente, con la muerte, las epidemias, y una enfermedad terrorífica: la sífilis. Actualmente, se conservan en el Museo di Storia Naturale de Florencia, conocido como *La Specola*. El tamaño reducido elegido para ellas lleva a Ballestriero a apuntar, en su elaborado discurso sobre este escultor,

[...] impide, sin duda, esa empatía que se establece entre el espectador y la figura que es lo que realmente asusta de estas imágenes cuando se presentan frente a nuestra mirada como seres casi reales<sup>94</sup>.

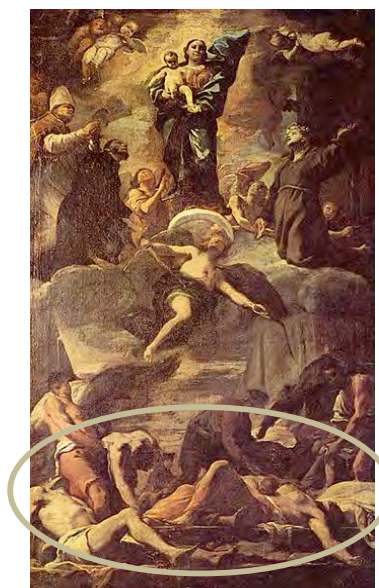


**FIG. 14.-** *Peste*. Cera. Gaetano Zumbo. Hacia 1691. Pertenece a la serie "Las ceras de las plagas". *La Specola*. Florencia, Italia.



**FIG. 15.-** Detalle de la figura anterior.

**FIG. 16.-** *La peste*. Óleo sobre lienzo. Mattia Preti. 1656. Museo di Capodimonte, Nápoles, Italia. La composición y figuras de la parte baja de la pintura de Preti se corresponden con las del conjunto escultórico de Zumbo.



<sup>94</sup> Ballestriero, *Efigie...*, 37.



Los *Teatrini* reflejan el gusto por lo macabro que existía en la Italia meridional de finales del siglo XVII, muy marcado todavía por la estética barroca y por la fascinación hacia lo extraño y lúgubre. Su meticulosidad descriptiva se asocia a la cultura biológica entonces floreciente en la Toscana<sup>95</sup>. A finales del citado siglo, el hombre estaba familiarizado con el espectáculo de la muerte - el cuerpo sin vida y la putrefacción -, una confianza que se perdería más tarde. Es posible que, por este motivo, los *Teatrini* de Zumbo no resultaran en la época tan inquietantes como puedan serlo ahora,

«El hecho de estar frente a una copia de la realidad, y no de la realidad misma, hacía las piezas menos repulsivas<sup>96</sup>».

A este tipo de creaciones les siguió la elaboración de modelos de anatomía, con los que Zumbo alcanzó tal maestría que fue considerado como el cero-escultor más importante del siglo XVII.

En el ambiente ilustrado del siglo XVIII, la escultura en cera se desarrolló en dos escenarios favorables frecuentados por el público: en el anatómico y en la creación de galerías de personajes ilustres que, como gabinetes de cera, recorrieron en ferias las principales capitales europeas<sup>97</sup>.

Debido al atractivo que las rarezas suscitaban, al hablar de cera, ética y morbosidad, cabe destacar que comenzaron a exhibirse, en ferias y circos, a personas con defectos corporales o faciales. A raíz del entretenimiento público que supusieron, se crearon los llamados *Museos de Anatomía Popular* en los siglos XVII y XIX (fig. 17). Sus colecciones imitaban a las científico-didácticas, a las que nos referiremos en el siguiente capítulo de

---

<sup>95</sup> Loris Premuda, «Ceroplastica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua», *Image* 48 (1972): 20.

<sup>96</sup> Francesco De Ceglia, «Rotten Corpses, a Disembowelled Woman, a Flayed Man. Images of the Body from the End of the 17<sup>th</sup> to the Beginning of the 19<sup>th</sup> Century. Florentine Wax Models in the First-Hand Accounts of Visitors», *Perspectives of Science* 14 (2007): 429.

<sup>97</sup> Vega, *Ciencia...*, 442.



este estudio, con serios prejuicios en torno a lo sexual y escandaloso, en un intento de acercamiento de esta anatomía corporal a un público no versado.



**FIG. 17.-** Ilustración que representa un Museo popular de anatomía.

Intento fructuoso, pues el hombre fascinado por el cuerpo acude curioso a estas, por entonces, muestras de transgresión moral. Con una clara intención de romper las normas convencionales, estas instituciones públicas deciden revelar lo que, a juicio de la Iglesia, no debía ser visto a finales del siglo XVIII. En el Reino Unido la primera mención a las ferias con figuras de cera se remonta a 1647<sup>98</sup>. El público aplaude los modelos en cera y demás piezas disecadas y modeladas, a modo de curiosidades espeluznantes. Sin embargo, a diferencia de lo que pudiera esperarse, fue circunstancia habitual que aquél saliera escandalizado ante tan repugnantes y desagradables imágenes. Piénsese que, a día de hoy, todavía resulta desapacible la visión de ceras dermatológicas representando enfermedades venéreas y víricas, y sus manifestaciones en la piel; una visita a la colección del Museo del Hospital Saint Louis (París, Francia) es prueba suficiente de ello.

Estos museos llegarán, inclusive, a articularse como teatros del cuerpo, para explotar la patología y lo grotesco, el sexo y el deseo impulsivo, el salvajismo y el asesinato, la muerte y la decadencia<sup>99</sup>. Aparecían en las guías y almanaques para publicitarlos, y

<sup>98</sup> Pamela Pilbeam, *Madame Tussaud: and the History of Waxworks* (London: Bloomsbury Academic, 2006), 8.

<sup>99</sup> Michael Sappol, «Morbid curiosity. The decline and fall of the Popular Anatomical Museum», *Common-Place* 4 (2004): 2.

daban detalladas valoraciones críticas sobre las representaciones teatrales y las exposiciones. Así, en Inglaterra, se convirtieron, de la mano de Christopher Curtius (1760-1795), en un respetable entretenimiento de masas. Curtius abrió, en el boulevard de Saint Martin, en 1770, un gabinete de curiosidades, incluyendo figurillas eróticas en cera, que lo hizo muy famoso entre la aristocracia de la época. También existieron en el Madrid del siglo XVIII, tal y como referencia el *Memorial Literario* de abril de 1784 bajo el epígrafe *Anatomía*. Silici y Salerni abrieron uno de los primeros en la calle Caballero de Gracia, que incluía modelos de anatomía. El de La Posada de Los Flamencos, inaugurado en el año 1801, mostraba estatuas en cera de personajes ilustres. Pero aunque en un principio, fueron lugares de entretenimiento de las clases más privilegiadas, terminaron por popularizarse bajo el gusto burgués<sup>100</sup>.

Mostraban especímenes reales y modelos de una manera más propia del espectáculo que del aprendizaje, la ciencia y la estética, que habían sido los factores determinantes hasta el momento. A menudo, cuando el hombre expone elementos de interés tan exclusivo, se produce su banalización y desacralización, al verse despojados de todo aquéllo para lo que, con tanto refinamiento y estudio, fueron creados en su origen. Es en este punto cuando se enfrentaron lo profesional y lo popular. Según indica Sappol:

Sus diferencias tienen que ver con la proporción, la calidad, el público y la legitimidad: los museos populares tendían a tener más sexo y material relacionado con la delincuencia [...]<sup>101</sup>

y, curiosamente, sólo se abrían a los caballeros, que solían ser de la clase trabajadora; por el contrario, continua,

[...] El museo profesional generalmente era de uso exclusivo para doctores y estudiantes de medicina, aunque en ocasiones se permitía el acceso a ciertas personalidades laicas [...]<sup>102</sup>

---

<sup>100</sup> Sánchez Ortiz et al., «Cuerpos de cera un patrimonio olvidado. Religiosidad, superstición o ciencia en la representación del cuerpo humano», 20, 21.

<sup>101</sup> Sappol, «Morbidity. The decline and fall of the Popular Anatomical Museum», 3-4.

y, señala, que existía una diferencia de tipo ideológico,

[...] Los objetos del museo profesional representaban el triunfo del conocimiento médico, la conquista de la razón y la ley sobre el cuerpo<sup>103</sup>.

Los gabinetes de cera de las ferias terminaron por transformarse, de algún modo, en un espacio donde los señores satisfacían su morbosa curiosidad, su voyeurismo entorno al sexo, la enfermedad y la muerte. Esta incitación condujo a que se convirtieran en lugares poco respetados, lo que provocó que acabaran desapareciendo hacia los años treinta del siglo XIX, por considerarse

[...] la exhibición de sus figuras de hombres y mujeres desnudos, impúdica, lasciva, indecente, repugnante, obscena en sus actitudes y posiciones, que manifiestan la corrupción de la moral y la violación de la decencia y el orden<sup>104</sup>.

Sin embargo, Ballestriero anota que muchas de estas colecciones itinerantes, viajaban por toda Europa como barracas de feria para tratar de educar al populacho sobre el efecto de los vicios sexuales y las consecuencias que éstos conllevaban, mostrando los estragos de la sífilis, la tuberculosis, la peste bubónica o el alcoholismo. Parece ser que la prevención de enfermedades infecciosas obsesionó, por entonces, a las autoridades sanitarias. Al respecto fue muy conocida la Colección de Pierre Spitzner (1834-1896) que mostraba piezas de rostros deformes a causa de la sífilis osea, o las protuberancias contagiosas en enfermos<sup>105</sup>.

---

<sup>102</sup> Sappol, «Morbid curiosity. The decline and fall of the Popular Anatomical Museum», 3-4.

<sup>103</sup> Sappol, «Morbid curiosity. The decline and fall of the Popular Anatomical Museum», 3-4.

<sup>104</sup> Sappol, «Morbid curiosity. The decline and fall of the Popular Anatomical Museum», 7.

<sup>105</sup> Ballestriero, *Efigie...*, 199, 200.

[...] hay manifiestamente en esta singular lección de anatomía un propósito pedagógico: es preciso aprender, viendo esta serie de ejemplos, a no caer en tales patologías<sup>106</sup>.

Las figuras de cera se creaban para enseñar, prevenir y convencer, mostrando a través de la imagen grotesca las fuerzas de la desintegración social.

Hoy en día la actitud hacia estos museos ha cambiado y se consideran colecciones científicas de importancia artística y antropológica.

## 5.-LA CERA COMO MATERIAL DE ESBOZO EN ESCULTURA

La cera, por su maleabilidad, su bajo precio y fácil obtención, fue muy utilizada por los escultores para hacer estudios o presentar al comitente las obras que luego se realizarían en bronce según la técnica de la cera perdida.

Leonardo da Vinci (1452-1519) desarrolló una concepción del arte sobre principios científicos que no consistía en una imitación mecánica de la naturaleza, sino en un acto de comprensión de la misma y de la reproducción de sus leyes internas<sup>107</sup>. Las investigaciones de Leonardo se extendieron al estudio de cada fenómeno natural. Dotado de un agudo espíritu de observación, indagó, verificó y estudió a través de la ley abstracta de la ciencia. En el taller de Andrea del Verrocchio (1435-1488)

[...] se pone en contacto con una organización de trabajo en la cual a los artistas se les pide la competencia en los campos más diversos, y donde no

---

<sup>106</sup> Rey J. M. «Voir et savoir en la Collection Spitzner», *Revue Antigone-Mobilium* (1998): 98. Citado por Ballestrero, *Efigie...*, 200.

<sup>107</sup> Carlo Bertelli, Giuliano Briganti, Antonio Giuliano, *Storia dell'arte italiana* (Milán: Electa/Bruno Mondadori, 1988), 18.

existe ninguna fractura entre la operación mental de los planteamientos de una obra y su realización práctica<sup>108</sup>.

Leonardo exaltó el valor de la experiencia y no admitió la validez científica en todas las disciplinas que no se basaran en ella, estando en contra de todo tipo de idealización. Si el artista intenta superar la realidad termina por ser artificioso y amanerado; ha de representarla de la forma más completa posible<sup>109</sup>.

El maestro Verrocchio, siguiendo la tradición naturalista iniciada por Donato di Niccolò di Betto Bardi (1368-1466), conocido como Donatello, dio un paso adelante hasta alcanzar una mayor versatilidad técnica. Consiguió nuevos efectos lumínicos en su obra pictórica que culminarían, con su mejor alumno, Leonardo. En aquella atmósfera innovadora da Vinci empezó a afrontar nuevos aspectos del conocimiento que le llevarían al estudio de cadáveres. Realizó sus propias disecciones, algo insólito para la época, mediante el estudio del funcionamiento del cuerpo humano de forma exhaustiva y de los efectos de las enfermedades sobre el mismo. Probablemente, el primer boceto anatómico que se conserva en cera es de Michelangelo Buonarroti (1475-1564), quien analizó la anatomía humana modelando piernas de cera y estudios de grupos musculares<sup>110</sup>. A diferencia de Leonardo, pensaba que para llegar a la belleza se debía conocer la naturaleza, pero no estudiada como un fin en sí misma, puesto que afirmaba que, sin necesidad de la imitación del natural, el artista podía llegar a una belleza superior a la existente en la realidad, a través de las ideas. Para Buonarroti, aquélla es una proyección del mundo divino en el terrenal y el arte ha de transformar el mundo al ideal que existe en su interior<sup>111</sup>. Recurría a modelos auxiliares de cera o terracota para ensayar en las figuras escorzos o claroscuros que incorporaba en sus composiciones

---

<sup>108</sup> Bertelli et al., *Storia dell'arte...*, 19.

<sup>109</sup> Bertelli et al., *Storia dell'arte...*, 19.

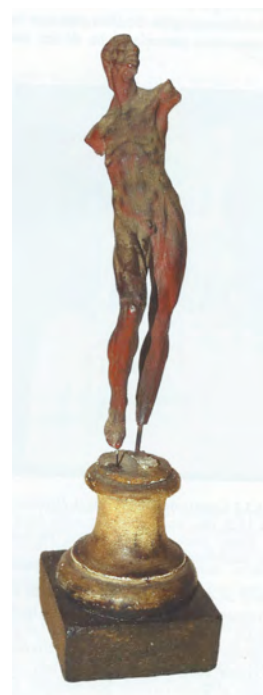
<sup>110</sup> Alicia Sánchez Ortiz, Nerea del Moral Azanza, Sandra Micó Boró, «La cera, metáfora de vida o muerte. Materiales, técnicas y procedimientos en la elaboración de modelos anatómicos», *Goya* 346 (2014): 44. Para más información sobre el tema consúltese: Eric Robert MacLagan, «The wax models by Michael Angelo in the Victoria and Albert Museum», *Burlington Magazine for Connoisseurs* 44 (1987): 4-16.

<sup>111</sup> Anthony Blunt, *Le Teorie Artistiche in Italia dal Rinascimento al Manierismo* (Turín: Einaudi, 1966), 79.

pictóricas, tal es el caso de *El Juicio Final*<sup>112</sup>. Se tiene constancia de que realizó estudios de pequeñas figuras, en cera roja, de tres de sus más famosas figuras: *El Pensativo*, *El Joven Esclavo* y *El David*. El primero se conserva en el Museo Nacional del Bargello (Florencia, Italia) (fig. 18) y el segundo en el Museo Victoria & Albert, donde también albergan una colección suya de estudios anatómicos en este material<sup>113</sup> (fig. 19).



**FIG. 18.-** *El Pensativo*. Boceto en cera roja atribuido a Michelangelo. Primera mitad del siglo XVI. Museo Nacional del Bargello, Florencia, Italia.



**FIG. 19.-** Figura masculina *écorché*. Cera roja. Atribuida a Michelangelo. Finales del siglo XVI. Museo Victoria & Albert, Londres, U. K.

La tradición estuvo marcada por las figuras en cera, que durante los siglos XIV y XV, ejecutaron los famosos artistas italianos, Luca della Robbia (1400-1482) y Lorenzo Ghiberti (1378-1455), de las obras que pensaban fundir en materiales más nobles. Asimismo, Le Breton cita a Baccio Bandinelli (1493-1560), Martinello di Sarego, Bartolomeo Ganga, Jacobo Sansovino (1486-1570) o el español Pedro Berruguete (1450-1503) y, muchísimos otros que también se servían de la cera para traducir sus ideas a

<sup>112</sup> Gio Battista Armenini, *De veri Precetti della Pittura* (Ravenna: Apresso Francesco Tebaldini, 1587), 75.

<sup>113</sup> Charles Avery, «Bernardo Vecchiotti and the Wax Models of Giambologna», en *La Ceroplastica nella Scienza e nell'arte*, ed. Leo S. Olschki (Florencia, 1977), 462, 470. Le Breton, *Essai...*, 24.

una forma artística<sup>114</sup>. Vasari se refiere a los esbozos y las figuras en cera hechas por el escultor florentino Niccolo de'Pericolo, llamado "Il Tríbolo" (1485-1550), bajo las órdenes de su mentor Sansovino<sup>115</sup>. Se conserva una figura pequeña de *El Perseo* en cera, de Cellini, en el Museo del Louvre, y otra en el Museo del Bargello, que pudo servir quizá como esbozo para la figura que después se fundió en bronce. Giambologna o Giovanni Bologna (1529-1608), copiaba todo aquello que veía en cera, para recordar sus impresiones y luego trasladarlas a sus estatuas definitivas. De esta costumbre sólo se conserva su *Neptuno* en cera, en el Museo Victoria & Albert<sup>116</sup>.

Durante el Renacimiento también fue habitual, entre los pintores, solicitar a sus amigos escultores su colaboración para solucionar algunos problemas compositivos. Antonio Pollaiuolo (1429/1433-1498), artista polivalente, utilizó maniqués con el fin de que se pudieran estudiar diversas posturas en una sola figura y distintos puntos de vista de la misma, relativas a la cabeza, el torso y las piernas. Realizó dos modelos muy conocidos, que fueron utilizados para dichos fines, entre otros por Luca Signorelli (h. 1445-1523), Paolo Uccello (1397-1475) o Raffaello Sanzio (1483-1520): *El guerrero* y *Marsias*<sup>117</sup>. También Ghiberti modeló numerosas figuras en cera para pintores y escultores, destinadas al estudio de la anatomía<sup>118</sup>.

Abandonados los ideales renacentistas, entraron las leyes manieristas. Se preferían ahora los temas teológicos y sobrenaturales; el arte se torna religioso. Su función era la de adoctrinar a los analfabetos en el dogma cristiano<sup>119</sup> (fig. 20).

---

<sup>114</sup> Le Breton, *Essai...*, 24.

<sup>115</sup> Vasari, *Life...*, vol IV, 176.

<sup>116</sup> Avery, *Bernardo Vecchiotti...*, 462.

<sup>117</sup> Laurie Fusco, «The use of Sculptural Models by Painters in Fifteenth-Century Italy», *The Art Bulletin* 64 (1982): 177, 178, 182, 191.

<sup>118</sup> Fusco, «The use of Sculptural Models by Painters in Fifteenth-Century Italy», 185.

<sup>119</sup> Blunt, *Le Teorie...*, 79.



**FIG. 20.-** Deposición. Cera amarilla sobre pizarra. Escuela de Michelangelo. h. 1628. Museo Nacional del Bargello, Florencia, Italia.

Con la Contrarreforma se eliminaron de las iglesias todas las imágenes consideradas profanas, pues no había de quedar ninguna representación que justificara crítica alguna contra la Iglesia de Roma por los protestantes. Se establecieron, asimismo, una serie de cánones representativos<sup>120</sup>.

El Barroco nació como el triunfo contrarreformista tanto laico, en muchos países, como del papal en Roma. La Iglesia utilizó el arte como medio de propaganda mediante un lenguaje ilusionista con objeto de conmover a los fieles<sup>121</sup>. En ocasiones, según advierte Ballestrero, se llegó a un expresionismo que tendía a lo patético, al delirio de las formas<sup>122</sup>. Junto a esta exhuberancia apareció una corriente de artistas que perseguían el ideal clásico, destacando el neoclasicista Antonio Canova (1757-1822). Efectuó relieves y bocetos en bulto redondo en cera y terracota, que le permitieron representar la fugacidad de la idea en toda su inmediatez, según los historiadores Mario Praz y Giuseppe Pavanello<sup>123</sup>.

<sup>120</sup> Ballestrero, *Efigie...*, 16, 17.

<sup>121</sup> Bertelli et al., *La storia dell'arte...*, 257.

<sup>122</sup> Ballestrero, *Efigie...*, 19.

<sup>123</sup> Mario Praz y Giuseppe Pavanello, *L'Opera Completa del Canova* (Milán: Rizzoli, 1981), 104.





**FIG. 21.-** Las furias de Hércules. Cera. Antonio Canova. Siglo XVIII-XIX. Museo Correr, Venecia, Italia.

Canova fue el mayor escultor de la edad neoclásica y el último artista italiano de fama internacional. Se formó en Venecia, frecuentando la escuela de desnudo en la Academia y ejercitándose en el dibujo copiando figuras, en la búsqueda de la perfección de la belleza absoluta. Mientras sus esculturas poseen una superficie muy pulida, sus bocetos en cera y terracota son impulsivos (fig. 21). Es curioso que, cuando llegó a Roma, a las sesiones de dibujo del natural no llevaba hoja y carboncillo, sino una tablilla y arcilla para modelar<sup>124</sup>.

Estos escogidos ejemplos revelan la importancia de la escultura en cera en la elaboración de modelos y maquetas que serían fundidas en diversos metales mediante la técnica de *la cera perdida*. El material admite rectificaciones, gran detalle, expresividad, y es sustituido en la fundición en metal de la pieza, lo que hace de él un elemento idóneo en el proceso escultórico.

---

<sup>124</sup> Ballestrero, *Efigie...*, 23.

## 6.- LA CERA COMO MATERIA FINAL EN ARTE

Muchos escultores dieron a la cera la entidad de acabado definitivo de su trabajo, lo que interesa en este estudio debido a que el modelo anatómico en cera es una figura en la que el material céreo tiene ese carácter.

Durante el Renacimiento italiano, el modelado en este material alcanzó una posición de elevada importancia y era practicado por algunos de los más grandes maestros como Michelozzo di Bartolomeo (1396-1472), Orsino Benintendi (1440-1498), un auténtico *ceraiuolo* que realizó numerosas estatuas votivas en cera, ayudado por Verocchio<sup>125</sup>; Sansovino -que hizo en este material una copia del Laocoonte-, y Tríbolo<sup>126</sup>. La cera fue un material apreciado por artistas famosos, y en la Capilla del Palacio Real de Munich, se conserva un bajorrelieve de más de sesenta centímetros de altura que representa *El Descendimiento*, atribuido a Buonarroti.

La técnica de la escultura en cera interesó a los españoles ya muy avanzado el siglo XVII y estuvo, por lo general, impregnada de un marcado carácter religioso. Gran parte de esta estatuaria se encuentra en oratorios de conventos de clausura, colecciones privadas o en forma de partes decorativas en algún mueble ubicado en un lugar sagrado. El descuido y la fragilidad del material han hecho que se conserven muy pocos ejemplos. Cita el investigador Jesús Urrea a Sebastián de Herrera Barnuevo (1619-1671) y su *Cristo a la Columna*; el trabajo de pequeñas *cosas de cera* de primoroso detalle para urnas y escaparates de Juan de Revenga, y las ceras que, aún hoy día se conservan, de Fray Eugenio Gutiérrez de Torices (1625-1709), que alcanzaría gran prestigio con sus pequeñas figuras y grupos; de hecho, algunas de sus esculturas fueron colocadas en los mejores gabinetes de los más ilustres príncipes de Europa. Sus escenas gozan de

---

<sup>125</sup> Recoge Vasari en *Vidas* que Orsino, modelador de cera florentino, realizó con la ayuda de Verrocchio, tres figuras en cera de tamaño natural con esqueleto de madera y cubiertas con ropajes encerados. Se copiaron del natural, se pintaron al óleo y no parecían sino vivas. Vasari, *Lives...*, vol II, 260.

<sup>126</sup> Vasari hace referencia a las figuras de cera que elabora Tríbolo para insertar en el molde en madera que su mentor, Sansovino, había realizado como encargo del monumento fúnebre dedicado al rey de Portugal, y que modela en relieve, para que el pintor Andrea del Sarto pueda retratarlas del natural en sus pinturas al fresco. Vasari, *Lives...*, vol IV, 176, 181.

admirable precisión, las minúsculas piezas, así como los accesorios decorativos, están tratados con gran detalle, lo que hace que, en conjunto, sean pequeñas obras maestras<sup>127</sup> (fig. 22).



**FIG. 22.-** *La adoración de los Magos*. Cera, seda engomada y papel. Miniatura de Fray Eugenio Gutiérrez de Torices. Siglo XVII. Una de las seis escenas evangélicas que se encuentran en el mueble-relicario del Museo Nacional de Artes Decorativas de Madrid, procedente del Convento de las Agustinas Recoletas de la Corte. España.

Se tiene noticia, por el inventario del Palacio Real de Madrid de 1685, de obras en cera del Niño Jesús. También destacaron los hermanos García de los que, por desgracia, no se conserva ninguna pieza, y Frederic Marès, quien consiguió reunir un interesante conjunto de esculturas en cera<sup>128</sup>.

Pacheco indicaba, en su *Arte de la Pintura*, los conocimientos adquiridos por Pablo de Céspedes durante su viaje a Roma, que aplicó al retrato en cera<sup>129</sup>. Asimismo, se realizaron belenes en este material, como el hecho por San Matías, para la catedral de Jaén, y urnas con historias de Santa Teresa y San Antonio de Padua conservadas en el

---

<sup>127</sup> Jesús Urrea, «Apuntes para el estudio de la escultura en cera en España», *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*: BSAA (1979): 489.

<sup>128</sup> La cera: material escultórico, acceso el 12 de noviembre de 2014, <http://w110.bcn.cat/fixers/icub/museumares/mfm.laceracast.357.pdf>

<sup>129</sup> Citado por Francisco Javier Cantón, en su libro *Fuentes literarias para el estudio del Arte en España* (Madrid: Imprenta Clásica Española, 1923), Tomo II, 126.

Monasterio de la Encarnación de Madrid, atribuidas a Torices aunque aparecen firmadas por Joseph Callexa<sup>130</sup>.

Las esculturas de los italianos Ermenegildo Silici y Giovanni Battista Salerni (1668-1729), causaban admiración a finales del siglo XVIII. Sus

[...] obras concedían tanta importancia a la calidad artística como a los valores científicos, derivados de su interés por mostrar la anatomía interna del cuerpo, en clara consonancia con las ideas iluminísticas del momento<sup>131</sup>.

Según el *Memorial Literario*, de abril de 1784, estas figuras representaban la historia de Dalila y Sansón,

[...] el Israelita que está dormido sobre el muslo de Dalila es figura anatómica, y manifiesta cuanto se contiene en la cabeza, pecho y vientre humanos; asimismo descubre los tegumentos del brazo izquierdo, y se ven los músculos, venas, arterias, [...] <sup>132</sup>.

Destacables son también los trabajos en cera de Clément Marot (1496-1544), Paul Dubois (1829-1905), Jean-Louis-Ernest Meissonier (1815-1819), Eugène Guillaume (1822-1905), Antonin Mercié (1845-1916), Auguste Rodin (1840-1917), Françoise Rude (1784-1855), Théophile-Alexandre Steilen (1859-1923), Henri-Edouard Vernhes (1874-1926) y Raymond Duchamp-Villon (1876-1918), entre otros.

Sin embargo, el mayor legado es el que conserva el Museo d'Orsay, París, compuesto por pequeñas figurillas en cera de la serie de *Bailarinas* de Edgar Degas (1834-1917). Algunas de las mismas, como se sabe, fueron fundidas en bronce; entre ellas, la más famosa es *La Petite danseuse de 14 ans* (fig. 23), que se encuentra actualmente en este

---

<sup>130</sup> Urrea, «Apuntes para el estudio de la escultura en cera en España», 494.

<sup>131</sup> Urrea, «Apuntes para el estudio de la escultura en cera en España», 495.

<sup>132</sup> Jesusa Vega, «Otros espacios de sociabilidad ilustrada: el gabinete de cera», *Hispanic Research Journal* 11 (2010): 437.

museo y se expuso, por primera vez, en 1881, junto a los impresionistas. Su modelo original en cera fue adquirido por Paul Mellon, en 1956, y se vació en metal en 1922.



**FIG. 23.-***La Petite danseuse de 14 ans*. Bronce. Edgar Degas. Museo d'Orsay. París, Francia.

Cuando Degas murió se encontraron en su taller ciento cincuenta esculturas en cera y arcilla. En vida del artista tal colección se había mantenido oculta al público. Degas lindaba con los límites del realismo, describiendo lo que veía sin fingir, de manera casi científica. En la sociedad de su época, le definían como antropólogo y naturalista por el hiperrealismo de sus figuras. Realizó sus piezas escultóricas a la medida de sus pinturas, para mejorar estas segundas. De ahí todos sus estudios, no sólo de bailarinas, sino también de caballos en cera<sup>133</sup>. Como retratista buscó plasmar la cotidianeidad de la vida femenina a través de sus actividades (como lavar, planchar o dormir). No resulta extraño que hiciera un estudio escultórico tan pormenorizado de diferentes posiciones de figuras de ballet clásico, fascinado tal vez por el mismo (figs. 24, 25). Obviamente, la cera, para poder ser colocada en tan forzadas posturas, necesitaba de un armazón metálico rígido que atravesara los brazos, torsos y piernas de las bailarinas (fig. 26).

---

<sup>133</sup> Archivo Museo d'Orsay, acceso 4 de noviembre de 2014, <http://www.Musee-orsay.fr>

Inclusive, en algunos casos (como el de la fig. 25) se les hacía un soporte externo<sup>134</sup>. Degas trabajó en cera y arcilla y, en vida, sólo permitió que la citada escultura de *La Petite danseuse de 14 ans* fuera vaciada en bronce y exhibida. Al parecer, las críticas hacia la misma fueron tan terribles por el realismo que mostraba la pieza al presentar pelo natural y un tutú real, que el pintor decidió no mostrar más esta faceta suya. Así, el resto se fundieron en metal ya fallecido el artista, cuando fueron encontradas hacia los años 2001-2004, en su estudio parisino<sup>135</sup>.

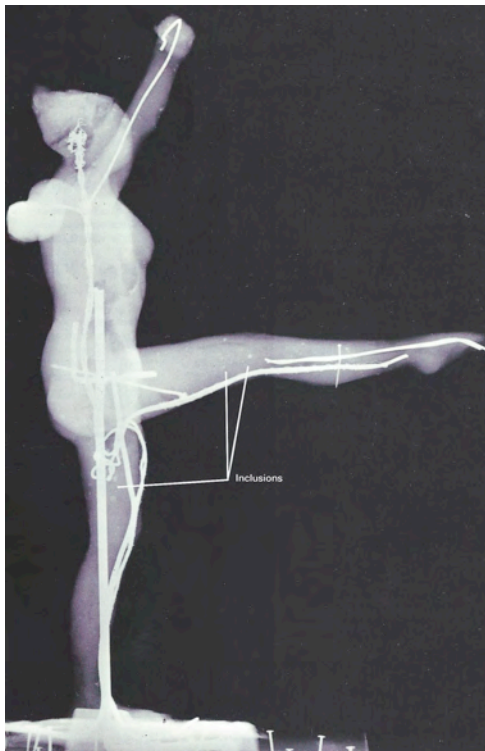
A pesar de no gozar de aceptación en vida, la historia del arte ha reconocido su importancia en la captación del movimiento y la utilización de un material tan particular.



**FIGS. 24 y 25.-** (Izda.) Bailarina en arabesco. (Dcha.) Bailarina en cuarta posición sobre la pierna derecha. Cera. Edgard Degas. Museo d'Orsay, París, Francia.

<sup>134</sup> Antoine Benoist, «XIX<sup>e</sup> Siecle», en *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon y Guilhem Scherf (Paris: RMN, 1987), 232.

<sup>135</sup> El legado oculto de Edgar Degas. Cultura Europa Press, acceso 8 de noviembre de 2014, <http://www.elmundo.es>



**FIG. 26.-** Detalle de la fig. 25 que muestra con la técnica de los rayos X la estructura interna en metal que sostiene el modelado en cera de Degas.

La cera es el material que distingue el trabajo escultórico de Medardo Rosso (1858-1928), quien la emplea como materia final con toda su carga simbólica de fragilidad, tensión y ambivalencia. Con ella creó impresiones fugaces, - como él las llamaba<sup>136</sup>-, gracias a una técnica depuradísima y propia.

Su escultura fue la más revolucionaria del siglo XIX porque llevó a la expresión extrema la luminosidad impresionista [...] con el resultado de captar el instante en el cual se revela el carácter del sujeto<sup>137</sup>.

Tal y como remarca Sharon Hecker, se trata de un artista imposible de incluir en un contexto histórico definitivo:

---

<sup>136</sup> Sharon Hecker, «Fleeting revelations. The Demise of Duration in Medardo Rosso's Wax Sculpture», en *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*, ed. por Roberta Panzanelli (California: Getty Publications, 2008), 134.

<sup>137</sup> Ballestrero, *Efigies...*, 271.

Al igual que sus esculturas evanescentes [...] que nunca parecen estar completamente formadas, Rosso continua evitando una definición completa. De hecho, la fuga constante de la definición es quizá la forma más adecuada para definirlo<sup>138</sup>.

Rosso no se puede ceñir a ninguna categorización. Es una figura de transición que conecta lo antiguo con lo moderno a través de la ceroplástica en los siglos XVII-XIX. Según Ballestriero

El uso que hace de la cera, elevándola a material artístico al mismo nivel que el mármol y el bronce, es algo inusual e innovador, que anticipa el gran descubrimiento y utilización de este material en el arte contemporáneo [...] <sup>139</sup>.

Comenzó, tras experimentar con diversos materiales, a trabajar con cera hacia el año 1833. Su concepción de la escultura es esencialmente pictórica, al prestar atención a los valores atmosféricos y lumínicos de la misma, al movimiento, a la expresión para captar un instante fugaz (figs. 27, 28). Sus figuras poseen una base interna de escayola y fueron creadas a través de la adaptación de la antigua técnica de fundición a la cera perdida. El proceso consistía en fundir por medios mecánicos sus vaciados de arcilla, primero en yeso y más tarde en cera, utilizando moldes flexibles de gelatina<sup>140</sup>.

Desde 1906 dejó de realizar nuevas obras, había hecho un total de cuarenta. Se dedicó, hasta su fallecimiento, a refundir y hacer copias de sus antiguas esculturas, creando hasta setenta y cinco copias de una misma<sup>141</sup>.

---

<sup>138</sup> Sharon Hecker, «Reflections on Repetition in Rosso's Art», en *Medardo Rosso: Second Impressions*, ed. por Harry Cooper, Sharon Hecker, Henry Lie y Derek Pullen (Connecticut, Harvard Art Museums, 2003), 28.

<sup>139</sup> Ballestriero, *Efigie...*, 272.

<sup>140</sup> Hecker, *Reflections...*, 138.

<sup>141</sup> Hecker, *Reflections...*, 141.





**FIG. 27.-***He aquí el niño (Ecce Puer)*. Cera con interior de yeso. Medardo Rosso. 1906. Piacenza, Galería d'Arte Moderna, Italia.



**FIG. 28.-***La edad de oro*. Cera con interior de yeso. Medardo Rosso. 1886-87. Fine Arts Museums de San Francisco, USA.

## 7.- ¿UN MATERIAL DE ESBOZO O FINAL? UN DEBATE ABIERTO

Tal y como declara Catherine Heard:

La cualidad de verosimilitud ha hecho de la escultura en cera algo inaceptable para la comunidad médica, y la ha invalidado a la hora de constituirse como objetos de calidad incuestionable en la historia del arte [...]<sup>142</sup>.

En realidad la cera, por su bajo coste y por sus propiedades intrínsecas, fue siempre considerada por artistas y coleccionistas como un material de segundo orden, entre la idea y la obra: un material de esbozo.

---

<sup>142</sup> Heard, *Uneasy...*, 243.

Según Aby Warburg, la escultura votiva en cera de efigies constituyó, en sí misma, una producción artesanal, religiosa y artística. Vasari, desde un punto de vista academicista, defendió, sin embargo, en la época renacentista, que la escultura en cera no era arte, dado que al realizar un modelo de este tipo no se imitaba la naturaleza, sino que se creaba un objeto por contacto con el cuerpo que, como mucho, prolongaba esa naturaleza en calidad de duplicado. Es una cuestión que no sólo tiene que ver con la técnica; tampoco los materiales poco nobles que se utilizaban en este tipo de trabajos: yeso, cera, cabello postizo, vestiduras reales, etc. podían, en su ensamblamiento, entrar en la definición canónica de escultura<sup>143</sup>.

Con el auge del Neoclasicismo, la popularidad de la escultura en cera disminuyó y ya en la época Modernista, se vio asociada al trabajo artesanal, al ilusionismo, y con ello, fue eliminada de los museos. De hecho, los ex - votos en cera y las esculturas policromadas tuvieron tal relación simbólica con el cuerpo, que no se les dio cabida en el museo moderno, por lo que ocuparon iglesias y museos de historia natural en escuelas de medicina.

Como ya se ha indicado, en 1881 una bailarina en cera de Degas era calificada con el término de vulgar. Fue así comparada con el realismo de la escultura policromada española y con los trabajos de Madame Tussaud y, finalmente, condenada a permanecer con las figuras anatómicas y fisiológicas del Museo Dupuytren (París, Francia), en lugar de en una galería. Parece ser que su increíble realismo la hacía indeseable<sup>144</sup>.

En la cera antropomórfica pervive la vida primitiva de las almas, en tanto que, el modelo anatómico y la figura en cera son tan reales, al emplear materiales naturales y orgánicos como cabello y tejidos, que dejan de ser arte.

---

<sup>143</sup> Georges Didi-Huberman, «Ressemblance mutifiée et ressemblance oubliée chez Vasari: la légende du portrait sur le vif», *Melanges de l'École Française de Rome, Italie et Méditerranée* 106 (1994): 417, 423, 425.

<sup>144</sup> Heard, *Uneasy...*, 243.

En este caso se le había robado al arte la forma autónoma, lo que lo distingue de la vida. Se apoyaba su discurso en la idea de Schopenhauer: [...] la imagen artística se encuentra más cerca de la idea que de la realidad<sup>145</sup>.

René Descartes (1596-1650), - representante del racionalismo del siglo XVII -, desecha el conocimiento sensible a favor del conocimiento racional, sobre el fundamento de que los sentidos engañan. Lleva esta idea incluso a la utilización de la cera en el arte, al señalar que este material es indefinible y modificable en su estado de manera similar a como lo es el cuerpo al que reproduce en imagen<sup>146</sup>. Por lo tanto, la escultura en cera se aleja del arte por su verosimilitud en la reproducción milimétrica de la vida.

Es innegable que su modelado y trabajo ha permitido y permite crear obras extremadamente realistas. Por ello, evocadoras de nuestra realidad corpórea, de nuestra relación con el entorno y sus elementos, del funcionamiento interno de partes anatómicas, ideas y figuraciones. Nos acerca como espectadores a figuras bellas y al mismo tiempo repulsivas, o sólo hermosas... o tan sólo desagradables, pero que de ningún modo nos dejan indiferentes, provocando una fuerte mezcla de sensaciones, emociones y sentimientos. Antes y ahora, la cera se enarbola como material idóneo para recrear la realidad de la piel en su plenitud, que, a través de ella, siempre podremos sentir, tocar y casi oler.

---

<sup>145</sup> Hans Belting, *Antropología de la imagen* (Buenos Aires: Katz, 2007), 21.

<sup>146</sup> René Descartes, *Meditationes IV*, en *Ouvres morales et philosophiques de Descartes*, ed. por A Prevost (Paris: ed. A. Prevost, 1855), 120.

## **CAPÍTULO II**

---

### **LA CEROPLÁSTICA CON FINES CIENTÍFICOS**





## 1.-LA NECESIDAD MÉDICA DE LOS MODELOS ANATÓMICOS

En el siglo XVII, dos grandes hechos marcaron el desarrollo de la anatomía: uno de carácter filosófico-anatómico, derivado del pensamiento de Descartes con su *Discours de la méthode* (1637) y la *Description anatomique du corp humain* (1648), y otro, de carácter funcional, el descubrimiento de la circulación sanguínea por William Harvey (1578-1657), en el año 1628. Comienza así la época dorada de la anatomía clínica, que culminará en el siglo XVIII de la mano de eminencias tales como el médico y anatomista francés, padre de la otología, Joseph-Guichard Duverney (1648-1730). La anatomía descriptiva se convierte, ante todo, en una ciencia fundamentada en la observación y su enseñanza depende, lógicamente, de la práctica; esto es, de la disección reveladora de las estructuras internas del cuerpo.

Existen noticias de que nuestros ancestros tenían ciertas nociones en relación a la evisceración. En el Antiguo Egipto, entre los años 3000 y 2500 a. C., se piensa que las técnicas de momificación necesitaron de un mínimo de conocimientos en anatomía y que, en consecuencia, la disección estaría permitida. También lo estuvo en la Civilización Indonesia, hacia el 1500 a. C., en concreto, el cirujano conocido como Susrata describía el método de preparación del cuerpo. En Grecia y en la India, los alumnos la practicaban y fueron perseguidos por ello. Ya en el siglo VII a. C., las leyes religiosas comenzaron a prohibir las disecciones. No obstante, hay datos de que en China se seguían haciendo, acompañadas de descubrimientos y dibujos, hacia el 2600 a. C., y en la zona mediterránea, concretamente en Italia, se realizaban en animales y humanos, a destacar las figuras de Alcmeone di Crotona (h. 450 a. C.) y de Empédocles de Agrigento (490 a. C.-430 a. C.). Se tiene constancia de que Aristóteles diseccionó animales, como aparece demostrado en sus compendios *De partibus animalium* (*Las partes de los animales*) e *Historia animalium* (*Historia de los animales*). En Alejandría, Herófilo de Calcedonia (335 a. C.-280 a. C.) diseccionó seiscientos cadáveres de condenados y criminales y, por ello, está considerado como el padre de la anatomía. De hecho, muchos personajes de gran relevancia, tales como Galeno de Pérgamo (130 d. C.-200 d. C.), harán alusión al mismo en sus estudios. También en el Imperio Romano estuvieron prohibidas, así Asclepiadaes Bithynus, fundó una secta, hacia el 120-130 a. C., que perseguía su instrucción. Sin

embargo, basándose en disecciones, Cornelio Celso (h. 30 a. C.-45 d. C.) escribió su tratado *De Re Medicina*, que fue redescubierto en el siglo XIV con gran aprobación. Se piensa que la práctica continuó hasta el siglo II d. C.<sup>1</sup>.

Durante la Edad Media, el desarrollo de la medicina se detuvo en Occidente pero persistió en Oriente y, de hecho, los textos pasaron a escribirse en árabe. Destacable es *El canon de medicina*, del persa Avicena (980-1037)<sup>2</sup>.

La primera evisceración practicada en Occidente fue efectuada en el año 1156 d. C., en Bolonia, por el distinguido profesor de anatomía Bartolomeo da Varignana (h. 1260-h. 1321), a la que le siguieron -en la universidad de la misma ciudad-, las de Enrique de Mondeville (1260-1320), Mondino de'Liucci (1276-1326) y Taddeo Alderoti (h. 1210-1295). Se permitió legalmente que se hiciera una disección cada cinco años y para ello el cirujano a practicarla debía pasar por un examen, legitimar su fecha de nacimiento, tener un mínimo de veintiún años, haber estudiado durante al menos siete años medicina, y disponer de amplios conocimientos sobre los trabajos de Hipócrates, Galeno, Avicena y Aristóteles<sup>3</sup>.

Leonardo fue un fabuloso precursor de estas prácticas orientadas al desarrollo de la ciencia y de la medicina anatómica. Sus disecciones semi-clandestinas durante el medioevo fueron el principio del complejo tándem artista/médico<sup>4</sup>.

Comenta Vasari que Messer Marcantonio della Torre (1481-1511), profesor de anatomía en las universidades de Padua y Pavía, fue el primero que consiguió sacar a la anatomía de la oscuridad en la que estuvo durante muchos siglos, desechando las doctrinas de

---

<sup>1</sup> Alessandro Riva, *Notes of the Lessons on the History of Medicine (A Sardinian Perspective)*. (On line Edition, Università di Cagliari, 2014), 4-12. Acceso el 26 de enero de 2015, <http://pasc.unica.it>

<sup>2</sup> Riva, *Notes...*, 15-17.

<sup>3</sup> J. Moxham, Odile Plaisant, «The History of the Teaching of Gross Anatomy- How we got to where we are!», *Journal of Anatomy* 18 (2014): 224.

<sup>4</sup> Elena Taddia, «Corpi, Cadaveri, Chirurghi Stranieri e Ceroplastiche: l'Ospedale di Pammatone a Genova tra Sei e Settecento», *Mediterraneo Ricerche Storiche* 15 (2009): 164.

quienes creían que la disección de cadáveres era una profanación religiosa. Hizo descripciones perfectas para que sus discípulos aprendieran bien la ciencia y se sirvió de las láminas de Leonardo<sup>5</sup>. Sobre el otro gran artista del Renacimiento, Michelangelo, Vasari añade:

Para lograr la perfección de los cuerpos, con sus músculos, venas, huesos [...] estudió anatomía, abriendo y despellejando muertos <sup>6</sup>.

A principios del siglo XVII, existía un marcado y creciente prejuicio social en torno a la anatomía, y su práctica era considerada como un ultraje vergonzoso del cuerpo que, ante todo, estaba hecho a imagen de Dios<sup>7</sup>.

Los anatomistas estaban transgrediendo las prohibiciones metafísicas, religiosas y filosóficas impuestas por la Iglesia. Por otra parte, la operación de diseccionar cadáveres introducía no pocos problemas relacionados con la rápida descomposición del cuerpo muerto. Las evisceraciones se acostumbraban a efectuar en los meses de invierno, ya que las dificultades de conservación, el mantenimiento y el olor, se ponían de manifiesto de forma inmediata; además, se desconocía el uso del formol y, por supuesto, no se disponía de cámaras frigoríficas como las actuales. A pesar de todo ello, Galeno siempre defendió el estudio práctico frente al teórico<sup>8</sup>. Las primeras disecciones humanas, pese a la firme prohibición de la Iglesia <sup>9</sup>, consistieron en demostraciones públicas excepcionales: se realizaban una o dos veces al año, bajo la desconfiada mirada del clero. Eran representaciones de ámbito público (figs. 1, 2) o semi-público, que se daban en teatros, a las que acudían especialistas y estudiantes, pero también todo aquél que abonara la entrada. Los llamados *teatros de anatomía* llegaron a constituirse, en Italia,

---

<sup>5</sup> Giorgio Vasari, *Vida de grandes artistas* (Madrid: Editorial Mediterránea, 1976), 74.

<sup>6</sup> Vasari, *Vida...*, 137.

<sup>7</sup> Thomas Schnalke, «Dissected limbs and the integral body: on anatomical wax models and medical moulages», *Interdisciplinary Sciences Reviews* 29 (2004): 313.

<sup>8</sup> Moxham et al., «The History of the Teaching of Gross Anatomy- How we got to where we are!», 223.

<sup>9</sup> En el año 1300 un edicto del Papa Bonifacio XIII había prohibido claramente la práctica de disecciones. Moxham et al., «The History of the Teaching of Gross Anatomy- How we got to where we are!», 224.



como un género arquitectónico en sí mismos. Su forma tradicional consistía en una serie de balcones circulares o elípticos dispuestos en forma de cono invertido. Cada piso era lo suficientemente ancho para acomodar de pie a una fila de espectadores, que tenían una vista un tanto vertiginosa del cuerpo diseccionado<sup>10</sup>. Probablemente el primero creado en Europa fuera el de la Universidad de Salamanca, que se terminó de construir en mayo del año 1554<sup>11</sup>.

En realidad, las disecciones suponían un mero proceso técnico que saciaba la curiosidad del hombre, no enfocado a la enseñanza o a la investigación, sino a la fascinación por la muerte. La apertura de un cuerpo era un acto ritual durante el cual se leía en voz alta un texto fijo<sup>12</sup>. Una performance<sup>13</sup> dirigida a pequeñas audiencias en contra de toda regulación legal y religiosa. El resto del tiempo, los anatomistas practicaban las disecciones a escondidas.

Este fue el periodo heroico de la anatomía, cuando los anatomistas [...] iban por las noches a desenterrar cadáveres al cementerio de los Inocentes (en el corazón de París [...]), o incluso a robar a los ahorcados en el cadalso de Montfaucon<sup>14</sup>.

---

<sup>10</sup> Martin Kemp and Marina Wallace, *Spectacular Bodies. The Art and Science of the Human Body from Leonardo to Now* (London: Hayward Gallery Publishing, 2000), 24.

<sup>11</sup> Àlvar Martínez-Vidal, José Pardo-Tomás, «Anatomical Theatres and the Teaching of Anatomy in Early Modern Spain», *Medical History* 49 (2005): 256.

<sup>12</sup> Normalmente un texto de Galeno o Avicena. Moxham et al., «The History of the Teaching of Gross Anatomy-How we got to where we are!», 224-225.

<sup>13</sup> En la Holanda de principios del siglo XVII se llegaron a llevar a cabo como parte del festejo de las fiestas de Carnaval. Kemp and Wallace, *Spectacular Bodies...*, 24.

<sup>14</sup> Michel Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», *Ciencias* 32 (1993): 60-61.



**FIG. 1.-** Página inicial de *De humani corporis fabrica* de Vesalius, donde se muestra un teatro anatómico en el que el propio anatomista realiza una disección pública de un cadáver femenino.



**FIG. 2.-** Teatro de Anatomía de la Universidad de Madrid. Grabado de Matías de Irala para el libro *Anatomía completa del hombre*, 1728, de Martín Martínez.

El disponer de un número suficiente de cuerpos siempre fue un problema para los hombres de ciencia del siglo XVIII y para lograr sus fines se veían obligados a acudir a ladrones de tumbas recientes, los llamados *Resurreccionistas*<sup>15</sup>.

Las primeras disecciones médicas, en aras de la insaciable curiosidad de los doctores y de una necesidad de progreso en el tratamiento de sus pacientes, se llevaron a cabo durante el Renacimiento. Primero en Italia, en las universidades de las ciudades de Bolonia y Padua, más tarde en Francia, en las universidades de Montpellier y, posteriormente, en la de París.

<sup>15</sup> Kemp and Wallace, *Spectacular Bodies...*, 30. Consúltase Moxham et al., «The History of the Teaching of Gross Anatomy- How we got to where we are!», 220, donde aparece un interesante grabado de Thomas Rowlandson, titulado «Los Resurreccionistas» de 1775, sobre tales prácticas. Y el libro, especializado en el tema, de la historiadora Ruth Richardson, *Death, Dissection and the Destitute*. (London: Phoenix, 2001).

Se diseccionaba cadáveres de criminales, lo peor de la sociedad, pues nadie iba a poner en duda que no tenían valor humano o al menos no el mismo que alguien socialmente aceptable.

Ser diseccionado era un castigo dirigido a criminales seleccionados mientras estaban vivos, que servía como pena merecida al hombre condenado.- y casi siempre eran hombres. [...] Ser desmembrado en público suponía la última y definitiva humillación a sufrir<sup>16</sup>.

No obstante, cuando el número de estudiantes, -en las escuelas primero y en las universidades más adelante-, fue en aumento, las autoridades gubernamentales terminaron con tal restricción y comenzaron a ser más permisivas en lo referente a la cuestión de qué cadáveres podían ser utilizados para este propósito. Ya en el siglo XIX, se dio una demanda alta de cuerpos, al ser autorizados de forma legal los suministros de los mismos, con fines exclusivamente orientados al aprendizaje, en instituciones de enseñanza médica (figs. 3, 4).

Las disecciones pasaron a efectuarse lejos del ojo público, en un entorno de conocimiento y seriedad. Así, en 1832 en el Reino Unido, el Parlamento propuso una ley, conocida como *The Anatomy Act*, que otorgaba una licencia más libre y reglada a médicos, profesores de anatomía y estudiantes de medicina, sobre la disección de cuerpos donados<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Kemp and Wallace, *Spectacular Bodies...*, 29.

<sup>17</sup> Fiona Hunton «The working of the 1832 Anatomy Act in Oxford and Manchester» acceso el 26 de enero de 2015, <http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/175138106x146142>





**FIG. 3.-** *Lección de anatomía por John Banister en el Barber-Surgeons' Hall.* Pintura sobre tabla, h. 1580. John Banister (1533-1610) fue un anatomista inglés.



**FIG. 4.-** *La lección de anatomía del doctor Nicolaes Tulp.* Óleo sobre lienzo. Rembrandt Van Rijn. 1632. Museo Mauritshuis, La Haya, Holanda. Nicolaes Tulp (1593-1674) fue un médico, cirujano y anatomista holandés.

Frente a la dificultad de disponer de cuerpos, durante el siglo XVIII, los modelos anatómicos suponen una respuesta a todo este rechazo y una solución para desarrollar la formación práctica de los estudiantes de medicina, al hacer innecesaria la desagradable práctica de la evisceración.

En algunos países, como Alemania, Francia e Italia, se recurrió, desde el siglo XIV y hasta el XVII, a pequeñas figuras anatómicas talladas en marfil. El conjunto se presentaba en estuches realizados con esmero en madera noble. Los modelos femeninos constaban de un abdomen desmontable para ver el útero y el feto en desarrollo, unido a la placenta con un fino hilo de seda. Su objetivo era mostrar el proceso de gestación de la mujer. La escasez de detalles podría deberse a que estaban destinados a un uso popular referido a la educación sexual. Uno de los artistas más famosos en este arte fue Stephan Zick (1639-1715) que, además de hacer modelos de mujeres embarazadas (fig. 5), describió tridimensionalmente el ojo a tamaño natural. El italiano Giovanni Battista Verle, el austriaco Johann Martin Teuber y el alemán Johann Michael Hann (1758-1819), hicieron modelos similares<sup>18</sup>.

Las conocidas por entonces como “muñecas de médico” (figs. 5, 6) son pequeñas estatuillas que representa a una mujer desnuda, o casi desnuda. Pueden estar hechas de marfil o piedras semipreciosas, y miden entre diez y veinticinco centímetros. Servían para hacer diagnósticos cuando las mujeres tenían prohibido desnudarse delante del médico, y mucho menos que las examinara. Estas pequeñas figuras se usaban para señalar al doctor el lugar exacto donde le dolía a la paciente. A veces, era el marido quien describía los síntomas de la esposa indicando la enfermedad en la anatomía de marfil<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Danica Markovic, Bojana Marković-Zivkovic, “Development of Anatomical Models-Cronology”, *Acta Medica Medianae* 49 (2010): 58-59.

<sup>19</sup> Lorena Sánchez, «Las muñecas muertas» (2013), acceso 22 de diciembre de 2014, <http://hominidas.blogs.quo.es/tag/anatomia/>



**FIG. 5.-** Miniatura de modelo anatómico de mujer embarazada. Talla en Marfil. Stephan Zick, h. 1680.

**FIG. 6.-** Muñeca anatómica tallada en marfil. Museo de Ciencias de la Salud de la Universidad de Alabama.

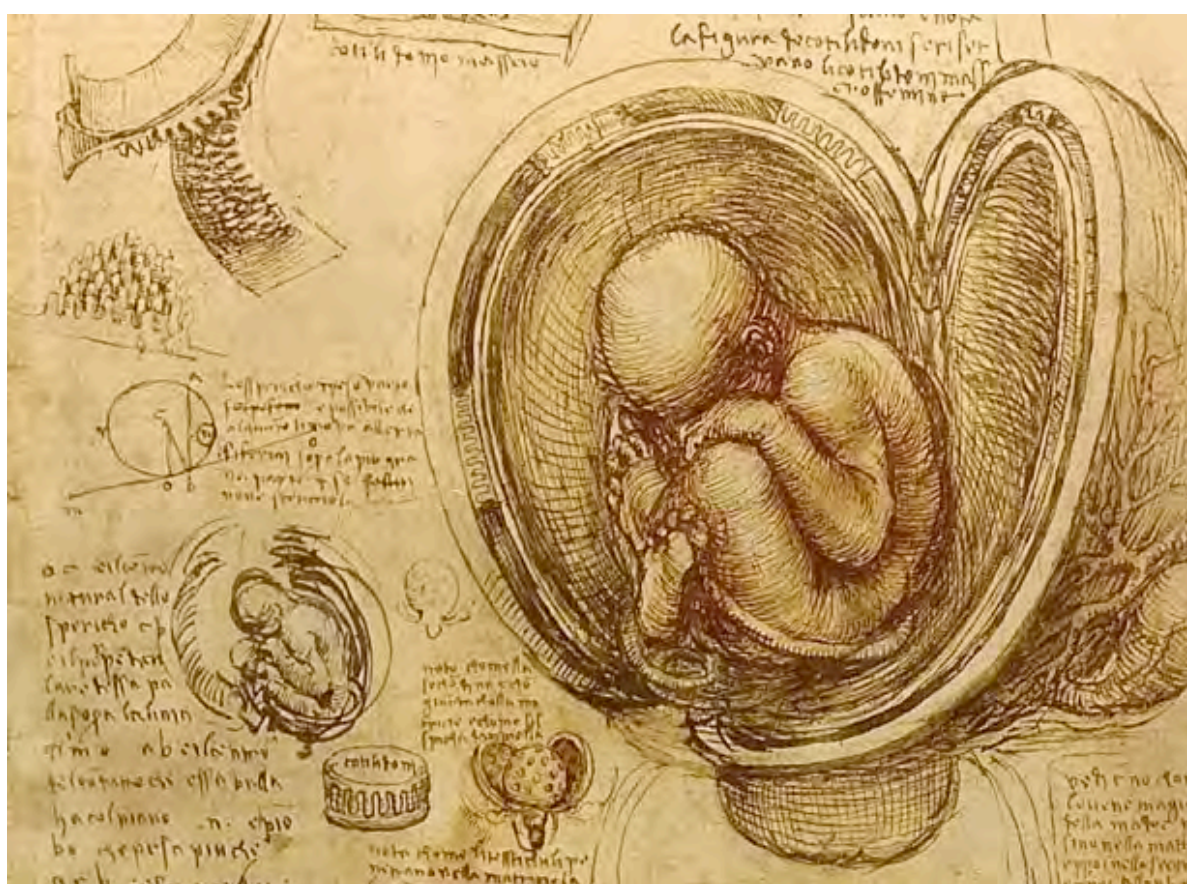


Como no se podía disponer de cadáveres suficientes se recurrió, al principio, a los dibujos anatómicos de Leonardo, que al parecer trabajó en colaboración con el anatomista Marcantonio della Torre, y a otros, como los de Michelangelo, Raffaello o Tiziano Vecellio (1477-1490)<sup>20</sup>. Tanto da Vinci como Buonarroti aprendieron sobre anatomía, primero mediante la observación directa de las disecciones y más tarde realizando ellos mismos este trabajo. En concreto el convento de los Agustinos del

<sup>20</sup> Marc Montijano Cañellas, «Introducción al Renacimiento» (2007), acceso el 26 de febrero de 2015, <http://www.homines.com>



Espíritu Santo mantenía un hospital, en Oltrano, donde el prior dio a Michelangelo toda clase de facilidades para que estudiase y dibujara la anatomía a partir de los cadáveres<sup>21</sup>. Leonardo, con su rigor científico y observador, creó dibujos que reúnen una gran maestría en ambos campos (figs. 7, 30)<sup>22</sup>. Apunta Vasari que nadie llegó a diseñar como él la anatomía humana y que tuvo buenos discípulos en este campo como Giovanni Francesco Rustici (1475-1554), Marco d'Oggiono (h. 1467 – h. 1524) y el milanés Giovanni Antonio Boltraffio (1467-1516)<sup>23</sup>.



**FIG. 7.- Estudio de anatomía, útero .** Plumilla, tinta marrón y aguada. Leonardo da Vinci. 1509-1514. Royal Library, Windsor, UK.

---

<sup>21</sup> Vasari, *Vida...*, 91.

<sup>22</sup> Moxham et al., «The History of Teaching of Gross Anatomy- How we got to wherw we are!», 227.

<sup>23</sup> Vasari, *Vida...*, 83.

Con el tiempo se utilizaron ilustraciones anatómicas recogidas en tratados sobre la materia. Las láminas del alumno de Tiziano, el pintor italiano de origen alemán Jan Steven van Calcar (h. 1499-1546), fueron publicadas en el famoso tratado *De humani corporis fabrica* de Andreas Vesalius (1514–1564), personaje considerado el padre de la anatomía moderna. Este libro, basado en disecciones, muchas de ellas realizadas en las universidades de París y Padua, es de gran relevancia por su exactitud en las descripciones anatómicas del cuerpo humano. Su influencia en la anatomía como ciencia y disciplina académica es incalculable. Vesalius comenzó a aprender anatomía a través de evisceraciones de animales y por medio de la observación de los huesos que, al parecer, robaba de cementerios. Se doctoró en Padua y allí hizo demostraciones a los alumnos con disecciones de perros que comparaba con el cuerpo humano. Hay que recordar que en su época, incluso la representación de la anatomía en láminas era considerada una blasfemia<sup>24</sup>.

Los dibujos de Gaspar Becerra (1520-1568), -que trabajó con Buonarroti en Roma-, sirvieron para documentar de modo visual el volumen *Historia de la composición del cuerpo humano* (1556), escrito por el español Juan Valverde de Hamusco (1525-1587). El anatomista italiano Giulio Cesare Casseri -conocido como *Casseri* (h. 1552-1616) y discípulo de Girolamo Fabrici d'Aquapendente-, redactó el *Tabulae Anatomicae* (1627), ilustrado con cerca de noventa y siete láminas de Francesco Valesio<sup>25</sup>. Sus imágenes se deshacen sutilmente de sus tejidos externos, en concreto de la piel, para mostrar su intimidad secreta (fig. 8). Las láminas de Giulio de'Musi (1535-1553) acompañaron el trabajo del anatomista Bartolomeo Eustachi (1510-1574) bajo el título *Romanae Archetypae Tabulae Anatomicae*, editado en 1714<sup>26</sup>. El pintor Gérard de Lairesse (1641-1711) trabajó en el tratado de anatomía de Govard Bidloo (1649-1713), publicado en 1685, *Anatomia Humani Corporis*, contiene imágenes anatómicas de cuerpos torturados,

---

<sup>24</sup> Riva, *Notes...*, 22-23.

<sup>25</sup> Brian Housman, Sharath Bellary, Simrat Hansra, Martin Mortazavi, Marios Loukas, «Giulio Cesare Casseri (c. 1552-1616): the servant who became an anatomist», *Clinical Anatomy* 5 (2014): 676.

<sup>26</sup> Riva, *Notes...*, 23.



atados o vendados<sup>27</sup>. En realidad, muchos de sus grabados muestran los procesos de la disección en sí misma, e incluyen el instrumental con que ésta se practicaba (figs. 9, 10).

**FIG. 8.-** Grabado de Francesco Valesio (artista) en *Tabulae Anatomicae* (1627) de Casserius (anatomista).



**FIGS. 9 Y 10.-** Láminas de Gérard de Lairese en el tratado de anatomía de Bidloo: *Anatomia humani corporis* (1685). Grabados en lámina de cobre. National Library of Medicine, Amsterdam, Holanda.

<sup>27</sup> University of Glasgow. Special Collections. Govard Bidloo, acceso 26 de febrero de 2015, <http://www.special.lib.gla.ac.uk>

Las planchas de Jan Wandelaar (1690-1759), elaboradas para el anatomista alemán Bernhard Siegfried Albinus (1697-1770), e incluidas en su famoso libro *Tabulae sceleti et musculorum corporis humani*, publicado en el año 1747, muestran figuras en poses diversas junto a increíbles objetos, tales como *El Rinoceronte*, de Alberto Durero (1471-1528) (fig. 11)<sup>28</sup>.

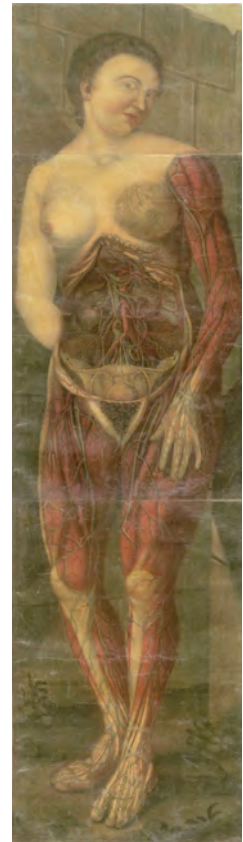
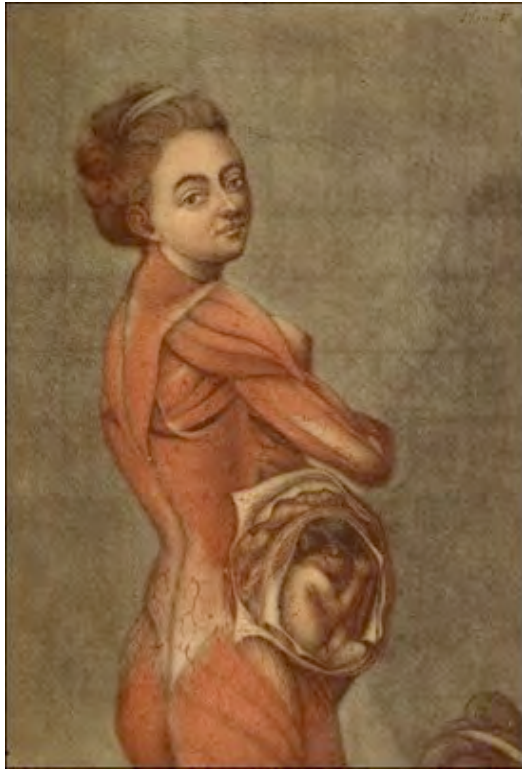


**FIG. 11.-** Lámina procedente de *Tabulae sceleti e musculorum corporis humani*. Albinus (anatomista) y Wandelaar (artista). Londres 1747.

Las ilustraciones de Jacques Fabien Gautier d'Agoty (1717-1786),- datadas en el año 1752-, fueron hechas para su tratado *Anatomie generale des viscères en situation, de grandeur et couleur naturelle, avec l'angeologie et la nevrologie de chaque partie du corps humain*. D'Agoty fue pintor e inventor de la superposición de cuatro tirajes en amarillo,

<sup>28</sup> Willian F. Bynum, *Medicine and the Five Senses* (London: Cambridge University Press, 2005), 107.

azul, rojo y negro (figs. 12, 13)<sup>29</sup>, lo que supuso una gran aportación al ámbito de la iconografía anatómica.



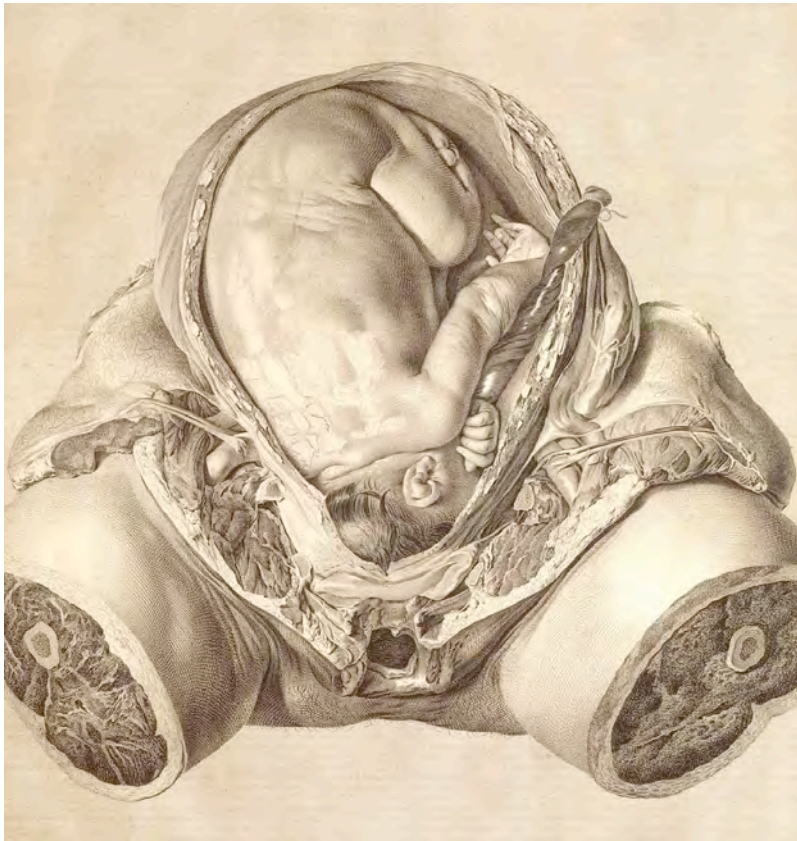
**FIGS. 12 y 13.-** Láminas de d'Agoty procedentes de su tratado: *Anatomie generale des viscères en situation, de grandeur et couleur naturelle, avec l'angeologie et la nevrologie de chaque partie du corps humain* (París, 1752).

Destaca también el trabajo del grabador Robert Strange (1721-1792) para *The Anatomy of the Human Gravid Uterus* (1774), de William Hunter (1718-1783), primer profesor de anatomía de la Royal Academy de Londres (fig. 14). Su tratado contiene imágenes de tamaño natural relativas al útero y la obstetricia, con un estilo muy sintético y naturalista<sup>30</sup>. Hunter fue discípulo del médico William Smellie (1697-1763), quien reunió fabulosos grabados obstétricos, que serán objeto de análisis en el capítulo siguiente del presente estudio.

---

<sup>29</sup> Benjamin A. Rifkin and Michael J. Ackerman, *Depicting the Body from the Renaissance to Today* (London: Thames and Hudson, 2006), 56-61.

<sup>30</sup> James Vincent Ricci, *The Development of the Gynaecological Surgery and Instruments* (Philadelphia: The Blakiston Company, 1950), 172.



**FIG. 14.-** Tabla VI. Feto de nueve meses en su posición natural. *The Anatomy of the Human Gravid Uterus*. William Hunter. 1774. Grabado del escocés Robert Strange (1721-1792). Hayward Gallery. London, UK.

Y por último, cabe citar, las láminas de Jacques Gamelin (1738-1803) para su *Nouveau recueil d'ostéologie et de myologie dessiné après nature: pour l'utilité des sciences et des arts*, editado en Toulouse, en 1779<sup>31</sup>.

Todos estos estudios surgieron de la interrelación permanente entre un artista y un hombre de ciencia: un anatomista. Este tipo de binomio se produjo en la Edad de Oro de la anatomía, durante el periodo comprendido entre los siglos XVI y XVIII. Los anatomistas del siglo XVI expresaron la falta de volumen en las láminas de los tratados de anatomía, para la correcta enseñanza de su praxis. La bidimensionalidad de los grabados anatómicos resultaba ya insuficiente para el conocimiento óptimo del cuerpo. El surgimiento de la ceroplástica fue, de hecho, el resultado final de estos espléndidos

<sup>31</sup> Julie L. Mellby, «Nouveau recueil d'ostéologie et de myologie (A new Collection of Bones and Muscles)» 2010, acceso 26 de enero de 2015, <http://www.blogs.princeton.edu>



tratados de anatomía del Renacimiento del siglo XVI y termina, de alguna manera, con cerca de doce siglos de prohibiciones y prejuicios en torno al cuerpo, impuestos por la Iglesia. Su nacimiento se ubica en el momento de la publicación del ya citado *De Humani Corporis Fabrica*<sup>32</sup>, de Vesalius<sup>33</sup>. Probablemente porque fue a partir de este escrito cuando se produjo la ruptura con el clero, y la máquina humana cayó por fin en manos de la ciencia. Vesalius ayudó a que en las universidades, la instrucción procediera de la experiencia y no sólo de principios escolásticos extraídos de la interpretación de los textos de Galeno y Avicena. A partir de sus pasos, muchos anatomistas importantes contribuyeron al conocimiento práctico de la anatomía. Entre ellos cabe destacar a Pieter Pauw (1564-1617), Volcher Coiter (1534-1576), Felix Platter (1536-1614), Gaspar Bauhin (1560-1624) y el ya nombrado, Casserius<sup>34</sup>.

### 1.1.- ANTECEDENTES AL MODELO ANATÓMICO ARTIFICIAL: LA INYECCIÓN DE CERA

Ya en el periodo medieval, los especímenes anatómicos disecados comenzaron a ser utilizados en la instrucción médica. En esa época, el cuerpo material y físico era todavía inseparable del inmaterial, del alma. Por ello, la técnica de la inyección vascular fue considerada una violación del microcosmos del cuerpo que refleja el macrocosmos, el universo<sup>35</sup>.

---

<sup>32</sup> La publicación del tratado de Vesalius, cincuenta años después del descubrimiento del Nuevo Mundo por Cristóbal Colón, coincide con la de *De revolutionibus orbium caelestium* de Copérnico: los tabúes sobre lo macroscópico y lo microscópico cayeron al mismo tiempo, lo filosófico se hizo científico. La obra de Vesalius está compuesta por cerca de setecientas páginas de espléndida impresión. *De Humani Corporis Fabrica* es conocido, sobre todo, por sus ilustraciones. Vesalius basó sus estudios anatómicos en la observación directa y en la práctica quirúrgica, rechazó algunos errores anatómicos presentes en obras anteriores y, al aportar nuevos descubrimientos, revolucionó los círculos de la época, llegando a ser considerado el fundador de la anatomía moderna. El libro se basa en las conferencias que el autor dictó en la Universidad de Padua, durante las cuales se desmarcó de la práctica común efectuando innumerables disecciones de cadáveres para ilustrar sus exposiciones. Presenta un detallado examen de los órganos y una completa estructura del cuerpo humano.

<sup>33</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 60.

<sup>34</sup> Alessandro Riva, Gabriele Conti, Paola Solinas, Francesco Loy, «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», *Journal of Anatomy* 216 (2010): 209.

<sup>35</sup> Michel Lemire, «Representation of the human body: the coloured wax anatomic models of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries in the revival of medical instruction», *Surgical-Radiologic Anatomy* 14 (1992): 284.

La primera técnica que se utilizó en la preservación de cadáveres fue la conocida como inyección de cera. Empezó a practicarse a principios del siglo XIV. Parece ser que la pionera fue la disectora Alessandra Giuliani di Persiceto (?, 1326), discípula de Mondino de'Liucci<sup>36</sup>, aunque la técnica fue más tarde perfeccionada por el anatomista Frederick Ruysch (1638-1731), y, más adelante, por el profesor de anatomía austríaco Joseph Hyrtl (1810-1894). Sin olvidar que también la practicaron con éxito el médico italiano Marcello Malpighi (1628-1694), el anatomista Hunter, el fisiólogo y anatomista holandés Jan Swammerdam (1637-1680) y el doctor inglés Frank Nicholls (1699-1778), introduciendo cada uno pequeñas variaciones.

Según las *Lettres* del anatomista y cirujano francés Guillaume Desnoues (1650-1735), escritas en 1706, los primeros especímenes conservados de esta manera se sumergían en un baño de agua templada y recibían allí una mezcla a base de alcohol con grasa de vacuno, trementina y metales como el mercurio, el plomo y el estaño. Los vasos sanguíneos secos eran bañados con agua para eliminar bien toda la sangre y, a continuación, antes de inyectar la mezcla cerosa, se aplicaba *spirito di vino colorato* (se refieren al cinabrio natural), mezclado con sulfuro de mercurio (HgS) para facilitar la posterior penetración de la misma hasta los capilares más finos. En las arterias se introducía un compuesto a base de cera blanca, trementina y cinabrio, y en las venas otro, formado por cera blanca, manteca de cerdo, índigo o verde de cobre. Los canales biliares se rellenaban de cera amarilla, las vísceras de *spirito di vino* seguido de cloruro de mercurio (*sublimato corrosivo*). Por último, el texto indica que para mantener la turgencia de músculos y vísceras se debía introducir por la médula espinal una mezcla de nitrato de potasio, amoniaco, esencia de trementina, *Lavide* (polvo de piedra de lava, esto es, roca volcánica, como carga inerte) y cloruro de mercurio<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> No hay seguridad sobre la existencia de Alessandra Giuliani di Persiceto, puede que se trate de una leyenda. A tal efecto consúltese el artículo de Sabrina Veneziani, «Alessandra Giliani: una fanciulla al tavolo di Mondino de Liuzzi?», *Rivista per le Medical Humanities* 10 (2009): 29-40.

<sup>37</sup> Guillaume Desnoues, *Lettres de G. Desnoues, Professeur d'Anatomie et de Ghirurgie de l'Académie de Bologne et de Mr. Guglielmini, Professeur de Médecine et Mathématiques à Padoüe, de l'Académie Royale des Sciences* (Roma: Imprenta de Antoine Rossi, 1706), 41.

Otro procedimiento técnico consistía en inyectar dentro de los canales vasculares cera fluida, - coloreada o no -, mezclada con alcohol, mercurio y metales (como plomo, estaño o bismuto<sup>38</sup>). O bien dúctil con trementina, metales - como el mercurio y cerusita en polvo y -, en algunos casos, cierta contaminación en cantidad mínima de bismuto<sup>39</sup>.

Era conveniente evitar que la mezcla preparada, en cualquier caso, evaporara o se filtrara a través de las paredes de los tejidos o se derramara por posibles fisuras en los mismos, para lo cual se consideraba imprescindible trabajar a una temperatura de fusión baja, con lo que se aseguraba la buena coagulación del compuesto ceroso durante el enfriamiento<sup>40</sup>.

A pesar de que Ruysch, supuestamente, reveló el secreto de la mezcla cerosa que utilizaba en sus inyecciones –una pasta con lanolina y cinabrio artificial en invierno, o bien lanolina, cinabrio y un poco de cera, en verano<sup>41</sup>–, lo cierto es que sus seguidores no fueron capaces de reproducir su éxito técnico, con lo que los detalles de esta práctica se perdieron con su muerte<sup>42</sup>.

## **1.2.- MODELOS ARTIFICIALES EN CERA**

El éxito de los modelos artificiales se debió, al hecho de que, pese a la exactitud de los dibujos existentes, ofrecían una visión tridimensional de los mismos. La cera anatómica era, además de precisa, capaz de ilustrar el fruto de muchas disecciones o de reproducir estructuras muy complejas, imposibles de representar mediante un dibujo.

---

<sup>38</sup> Roberta Ballestriero, «Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works?», *Journal of Anatomy* 216 (2010): 224.

<sup>39</sup> Federica Dal Forno, *La ceroplastica anatomica e il suo restauro. Un nuovo uso Della TAC, una possibile attribuzione a G. G. Zumbo* (Florencia: Nardini, 2009), 2.

<sup>40</sup> De Buffon y Daubenton, 1749 citados por Dal Forno, *La ceroplastica...*, 16.

<sup>41</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 17.

<sup>42</sup> Thomas N. Haviland, Lawrence Charles Parish, «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 25 (1970): 52, 55

La demanda de una instrucción cada vez de mayor calidad potenció el desarrollo y evolución de estos artefactos. Profesores y alumnos pudieron palpar estos objetos, montarlos y desmontarlos, lo que les proporcionó una exploración sistemática del cuerpo y la propia noción de su volumen. A estas ceras anatómicas se las llamó *carne para sabios* o *carne de cera*<sup>43</sup>. Su triunfo fue parejo a los importantes adelantos de la época en la ampliación y aprovechamiento de los conocimientos morfológicos y disectivos. Era una señal del dinamismo adquirido por la enseñanza de la anatomía y la investigación médica.

Los modelos anatómicos describen la anatomía humana, normal y patológica, esto es: diferentes enfermedades, malformaciones o anomalías, sobre todo dermatológicas y víricas, conocidos en este caso como *moulages*. Con la cera se elaboraron figuras de cuerpo entero y tamaño natural. Se emplearon colores verosímiles y se hicieron reconstrucciones exactas de cada parte y órgano anatómico reproducidos. Por su precisión y detalle revelan la fascinación que el cuerpo ha ejercido en el hombre a lo largo de la historia, y en cierto sentido, desacralizan la imagen corporal al reducirla a una construcción material.

La cera es en efecto, visualmente, el equivalente de la piel. [...] Es un material antropomórfico. [...] Existe poca distancia entre el rostro céreo de un cadáver y el rostro en cera de su representación. No es una sustitución, es un pasaje real a lo imaginario<sup>44</sup>.

El modelado en cera es el que se impone en este ámbito porque, si bien se realizaron modelos en otros materiales, ésta es moldeable, delicada, exacta y puede teñirse aportándole colorantes desde la masa, con lo que se logran imitaciones perfectas. Gracias a su transparencia puede reproducirse la opalescencia y suavidad de la piel, lo que añade una cualidad táctil al modelado que contribuye a incrementar la sensación de

---

<sup>43</sup> Alicia Bazarte Martínez, «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía», *Historia 06*. (2006): 4, acceso el 11 de noviembre de 2009, [http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art\\_hist\\_06.html](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art_hist_06.html)

<sup>44</sup> Seloua Luste Boulbina, «Descartes entre cire anatomique et lechón d'anatomi: perdre la vie», *Aisthe 1* (2007): 7.



veracidad. En 1793, el cirujano René-Nicolas Desgenettes (1762–1837), tras visitar *La Specola*, declaró que la cera estaba especialmente indicada para la representación del cuerpo humano porque esa apariencia grasa y húmeda imita perfectamente lo vivo<sup>45</sup>.

Los modelos anatómicos en cera contribuyeron al avance de los grandes descubrimientos que se estaban llevando a cabo en este campo, pues sustituían la lectura de textos en pro de la observación, lo que sin duda enriqueció la destreza manual y educó la mirada de estudiantes y expertos en la materia.

## **2.-LA CEROPLÁSTICA ANATÓMICA EN EUROPA**

En Occidente, arte y ciencia siempre se han entrelazado y la exploración del cuerpo humano ha sido una de las más apasionadas y mantenidas uniones. La anatomía artística y la anatomía médica se inspiraron la una a la otra y se complementaron durante cerca de cuatro siglos, en Europa, desde el Renacimiento hasta el Romanticismo.

Así, a mediados del siglo XV, Verrocchio es el primero en utilizar la figura del *écorché*, esto es, el despellejado y desollado del cuerpo humano, para prácticas didácticas en escuelas de arte<sup>46</sup>. Estas esculturas, modeladas en cera y otros materiales, exhibían toda su musculatura superficial en acción. Su pupilo, Leonardo, es el perfecto ejemplo de esta pasión por el cuerpo humano. Realizó vaciados en cera de los hemisferios cerebrales, siendo pionero en la técnica, y Michelangelo llegó a elaborar numerosos bocetos en cera de estudios de músculos que serían posteriormente esculpidos en mármol<sup>47</sup>.

---

<sup>45</sup> Lucía Dacome, «Women, wax and anatomy in the `century of things´», *Renaissance Studies* 21 (2007): 538.

<sup>46</sup> Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 52.

<sup>47</sup> Otros artistas que fueron pioneros en la realización de modelos en cera fueron, según menciona Vasari: Marco Agrate (1504-1574), Francavilla, Giambologna, Donatello, Fra Lippo Lippi y Sandro Botticelli (1445-1510). Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 52, 53.

En este primer periodo del Renacimiento, el modelo anatómico era realizado por el artista versado en anatomía, sin intercesión alguna del anatomista y con un fin didáctico en escuelas de arte, no orientado todavía a la medicina.

Al principio, estos modelos fueron simplemente objetos anecdóticos, curiosos, piezas de contemplación y colección, un capricho de las altas clases sociales. Pero con el progreso de la historia natural y la anatomía, la ciencia se impuso sobre el exotismo, y aquéllos alcanzaron su puesto como material clínico y científico, a modo de útiles instrumentos de consulta y estudio. Así, cuando más adelante, se utilicen para la instrucción de la práctica médica, se hará imprescindible la colaboración del disector con el cero-escultor. El reto, entonces, será el de presentar la anatomía con tal claridad que el estudioso pueda llegar a descubrir los aspectos esenciales del organismo, incluso sin explicación adicional alguna.

El pintor, dibujante y escultor, al volverse hacia una representación más realista del hombre, necesita de un conocimiento más sutil, no ya sólo en superficie, de cómo son las estructuras del organismo. La vista de músculos y huesos a través de la piel se convierte en imprescindible y así, artistas y anatomistas, estudian el interior del cuerpo a través de la disección del cadáver. La escultura anatómica no va a ser sino una fusión ojo-mano, disector/anatómico-artista, obteniéndose de esta conjunción imágenes tridimensionales que combinan el conocimiento médico con la visión artística del lugar que ocupa el hombre en el mundo. La cera anatómica se convierte en un punto de encuentro entre la ciencia y el arte, si bien la anatomía, de por sí, ya pertenece al ámbito de la mirada: el ojo se posa en el cuerpo, lo explora e investiga, pone al descubierto estructuras ocultas, lo expone.

El arte del modelado anatómico en cera alcanzó su punto álgido en el siglo XVIII, en coincidencia con la revolución ideológica de la Ilustración. Los gabinetes de modelos en cera vinieron a mostrar todo lo que se conocía e iba descubriendo sobre el cuerpo humano y alimentaban, sobre todo, la curiosidad científica de físicos, filósofos y médicos. Estas copias, extremadamente fieles de las preparaciones anatómicas, aportaban por fin, plasmaciones tridimensionales duraderas. En este sentido, fueron muy elogiadas las

colecciones de obstetricia, debido a la imposibilidad de disponer de cadáveres de mujeres en los distintos momentos de la gestación, así como de anomalías en el propio proceso o en el feto. A este respecto, D. Magnier Lebrun cita en su recetario:

[...] no es menos evidente que mediante los [modelos] en cera, la anatomía puede ser accesible a personas de todo el mundo, pintores, y aquellos que no pueden acceder a las disecciones de los anfiteatros; las preparaciones en cera dan también, [...] nociones muy precisas sobre el arte de partear. [...] enfermedades externas y las operaciones quirúrgicas que éstas precisan. [...] tiene una utilidad real y duradera en el arte de curar [...] muchos de los males que asolan a la especie humana<sup>48</sup>.

Al crear las escuelas de ceroplástica, las grandes ciudades de toda Europa, buscaron tener en sus academias y facultades de medicina una colección de ceras anatómicas que mostrase los órganos humanos y animales de forma verosímil.

En Francia ocuparon un papel particular en la historia de la anatomía y de la medicina, ya porque, durante la Revolución se incluyeron como parte importante de los grandes planes de renovación del «arte de curar» que fueran promovidos por la Convención Nacional en 1794, volviéndose así objeto de intereses científicos, artísticos y políticos<sup>49</sup>.

## **2.1.-LA ESCUELA ITALIANA**

La cuna de la ceroplástica anatómica se encuentra en Italia. Allí, las presuposiciones culturales de firmes raíces sociales trasladan la imaginería anatómica a la clásica representación del hombre encarnado en Adán y la mujer en Venus (Eva). Existe una recuperación del mundo clásico (fig. 15) y de sus cánones de belleza por parte de la anatomía de finales del siglo XVII, que continuará hasta la primera mitad del XIX.

---

<sup>48</sup> D. Magnier Lebrun, *Nouveau manuel complet du moleur* (Paris: Encyclopédie- Roret, 1850), 215.

<sup>49</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 60.

La producción artística que giró en torno al tema de Venus consiguió un esplendor mayor a finales del siglo XV, a partir de los frutos de la relación establecida entre la familia Médicis y pintores como Botticelli [...]<sup>50</sup>.

**FIG. 15.-** *Venus de Urbino*. Óleo sobre lienzo. Tiziano. 1538. Galería de los Uffizi, Florencia, Italia.

Modelo clásico en el que posiblemente pudieron inspirarse los cero-escultores italianos.



En esta escuela fue común la representación de las Venus médicas<sup>51</sup>, mujeres desnudas y embarazadas, por completo idealizadas, con abdomen desmontable, que al levantarse mostraba los órganos internos, e incluso el feto. Fue en la primera década del siglo XIX cuando éstas adquirieron gran popularidad en los museos anatómicos europeos. Dichas piezas combinan la belleza exterior con el rigor anatómico: entretenimiento y educación, atractivo erótico y fascinación científica. A partir de un intenso realismo, la mujer yace en posición de descanso e invita al espectador a acercarse. El desnudo femenino, evitando toda incorrección moral, se exhibe públicamente.

<sup>50</sup>Laia Fernández Berengué, Montserrat Pugès i Dorca, Alfons Zarzoso Orellana, “La restauración de una Venus anatómica de cera” (2001): 5, acceso 2 de noviembre de 2010, <http://www.museudelamedicina.cat/pdf/venus.pdf>

<sup>51</sup> Se desconoce el origen exacto del apelativo “Venus” para las figuras anatómicas femeninas de cuerpo entero. La investigadora Ballestriero señala que las estatuas anatómicas diseccionadas de mujeres reclinadas comenzaron a denominarse “Venus médicas” en referencia directa a la *Venus d’Medici*, haciendo alusión a la proporción y estética del canon de belleza clásico femenino representado por una escultura del período helenístico. Posteriormente, el término genérico de “Venus” se aplicó a cualquier figura de mujer idealizada. Ballestriero, «Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works?», 230-232. Gilliam M. Morris-Kay, «The evolution of human artistic creativity», *Journal of Anatomy* 216 (2010): 158-176. Consúltese a tal efecto el artículo de Alicia Sánchez Ortiz, Nerea del Moral, Roberta Ballestriero, «Anatomía femenina en cera: ciencia, arte y espectáculo en el siglo XVIII», *Laboratorio de Arte* 25 (2013): 603-622.

Para las representaciones osteológicas y del aparato locomotor se recurrió al Adán Anatómico: cuerpo entero masculino, sin piel ni cabellos. Solían ser de una sola pieza, esto es, a diferencia de las *Venus* no presentaban zonas desmontables, sino una sucesión de aparatos que formaban una disposición estratificada en superficie (figs. 16, 17, 18).



**FIG. 16.-**Adán anatómico. Cera. *La Specola*. Florencia, Italia.



**FIGS. 17 y 18.-** (Izda.) *Adán Anatómico*. Grabado de Albinus en *Tabulae sceleti et musculorum corporis humani*, 1747 y (dcha.) modelo anatómico en cera atribuido a Clemente Susini; coincidentes. *La Specola*. Florencia, Italia.

La forma de representación de estas Evas y Adanes anatómicos fue viéndose modificada en el tiempo. En el siglo XVIII, dentro de la escuela italiana, se hacía uso, fundamentalmente para las Venus, de expresiones relajadas y posturas deleitables cercanas al erotismo, y se las mostraba vestidas o recostadas sobre camas recubiertas de sábanas de lino y almohadas (figs. 27, 28). Éstas emanaban la sensualidad propia de los dibujos y pinturas artísticos del cuerpo, al modo de la *Venus de Urbino* de Tiziano (fig. 15). Los Adanes, por su parte, rememoraban la figura del *Adonis* griego. Existía una evocación intencionada de la belleza clásica, alejada en cierto modo de la realidad, acorde con la doctrina neoclásica dominante. Se pensó que estas representaciones de la anatomía, anónimas, uniformes y ciertamente regladas, facilitarían la didáctica y la visión objetiva más de lo que lo habrían hecho modelos individualizados. Existen, según el investigador Francesco De Ceglia, diferencias formales muy claras en la representación de los mismos: la figura femenina es pasional, está dominada por sus emociones, mientras que la masculina no emana sensualidad alguna; la primera muestra sus vísceras desmontables, con especial interés en el útero, el segundo deja ver su anatomía exclusivamente en superficie, en la mayoría de los casos, centrando la atención en el corazón. Las Venus son modulares, al modo del desmembramiento en una mesa de disecciones, están cubiertas por piel y suelen aparecer tumbadas o sentadas mientras que los Adanes presentan una unidad histológica, se muestran en capas estratificadas, despellejadas y casi siempre en posición erguida<sup>52</sup>.

Michele Corti es uno de los fundadores, junto con Zumbo, del modelado anatómico en Italia, probablemente precedido por Ludovico Cardi (1559-1613) conocido como *Il Gigoli*, que trabajó en Florencia durante la segunda mitad del siglo XVI. Hacia el año 1600 realizó la primera representación de un despellejado de la que se tiene noticia, el *Scorticato*, de cerca de sesenta y un centímetros de altura (fig. 19).

---

<sup>52</sup> Francesco De Ceglia, «Rotten Corpses, a Disembowelled Woman, a Flayed Man. Images of the Body from the End of the 17<sup>th</sup> to the Beginning of the 19<sup>th</sup> Century. Florentine Wax Models in the First-Hand Accounts of Visitors», *Perspectives of Science* 14 (2007): 444-446.



**FIG. 19.-** *El Scorticato*. Bronce. Ludovico Cardi, *Il Cigoli*. Museo Nazionale del Bargello. Florencia.

Corti desarrolló su actividad como cero-escultor en la ciudad de Parma, durante la primera mitad del siglo XVII, dentro del gabinete Anatómico y Patológico de cera, donde trabajó junto al profesor de anatomía Andrea Corsi<sup>53</sup> (fig. 20).



**FIG. 20.-** *Nódulos linfáticos yugulares*. Cera anatómica atribuida a Michele Corti y Andrea Corsi. Primera mitad del siglo XVII. Museo Del Bargello, Florencia, Italia.

---

<sup>53</sup> Anónimo, «Modelos anatómicos de cera de la Universidad de Parma de los siglos XVII a XIX. Andrea Corsi y la influencia de Clemente Susini y Paolo Mascagni» Museo de Anatomía Humana, Farmacología y Medicina Legal de la Universidad de Parma. Acceso el 5 de noviembre de 2009, [http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica\\_en.html](http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica_en.html)



Hay que mencionar, en primer lugar, la *Testa* que, en 1701, Zumbo hizo en colaboración con el cirujano francés Desnoues<sup>54</sup> y el anatomista florentino Giuseppe Ricci<sup>55</sup> (fig. 21). Zumbo fue el primero en reproducir de modo fidedigno las partes anatómicas del cuerpo humano a partir de disecciones anatómicas, labor que comenzó a realizar, en 1695, en Génova junto a Desnoues, y continuará en Marsella, a partir del año 1700 y hasta su muerte, junto al cirujano Pèlizier<sup>56</sup>. Sus trabajos rebasan con mucho los aspectos docente-didácticos y se le puede considerar el fundador de la escuela florentina de ceroplástica<sup>57</sup>.



**FIG. 21.- Anatomía de la cabeza masculina (*Testa*). Cera modelada sobre un cráneo de hueso natural. Zumbo. Hacia principios del siglo XVIII. Museo Nacional de Historia Natural de París. París, Francia.**

<sup>54</sup> Cirujano que ejercía en Génova y que habría de introducir, posteriormente, la anatomía plástica en Francia con la ayuda del modelador Lacroix. Loris Premuda, «Ceroplástica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua», *Image* 48 (1972): 20.

<sup>55</sup> Giuseppe Ricci comenzó su carrera como disector en el Hospital Imperial y Real de Santa María Nuova y empezó sus estudios en modelado de cera mientras estaba en el cuarto curso de cirugía. Tuvo como profesores a Francesco y Carlo Calenzuoni. Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rossi, R. Santi, Laura Speranza, «The wax Collection at the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», *OPD Restauro* 21 (2009): 30.

<sup>56</sup> Anónimo, «Zumbo, escultor anatómico modelador de cera», *Diario Co. Siracusa*. 4 de agosto, 2001. Acceso el 4 de noviembre de 2009, <http://www.galleriaroma.it/Bonaiuto/5/Zumbo.htm>

<sup>57</sup> Enrique Soto, «Las ceras anatómicas», *Elementos: Ciencia y Cultura* 42 (2001): 3.



Como en otras áreas del dominio artístico, Italia fue el país precursor. Los dos centros italianos de la anatomía, y por consiguiente del modelado de ceras médico-anatómicas, fueron, por un lado Bolonia, y, por el otro, el de mayor renombre en Europa, Florencia.

En Bolonia destacaron los cero-escultores: Ercole Lelli (1702-1766), Giovanni Manzolini (1700-1755), Anna Morandi Manzolini (1714-1774), Giuseppe Astorri (1785-1852), Giovan Battista Manfredini (1742-1829), Alessandro Barbieri (1744 -1807), Pietro Sandri (1789, ?) y Cesare Bettini (1801-1885). Esta escuela fue fundada, en 1711, por el científico Luigi Ferdinando Marsigli (1658-1730), bajo el auspicio del Papa Benedicto XIV<sup>58</sup>.

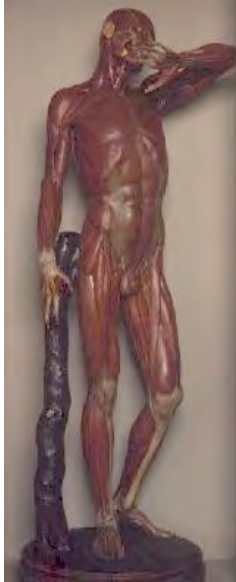
Sus modelos se caracterizaban por estar hechos con huesos naturales, sobre los que se iban añadiendo capas de cera. Todos estos artistas eran grandes anatomistas a un mismo tiempo, y su modelado estaba ratificado por auténticos versados en la materia<sup>59</sup>. Lelli trabajó con Lorenzo Bonazzoli y fue responsable directo de la constitución del Museo de Anatomía del Instituto de la Ciencia de Bolonia, en 1742. Se le encargaron para el mismo una considerable cantidad de modelos (figs. 22, 23), entre los que se encuentran ocho esculturas de tamaño natural basadas en los tratados de Eustachi y Albinus<sup>60</sup>. En 1759, fue nombrado director de su galería de estatuas y conservador de los preparados en cera.

---

<sup>58</sup> Samuel J. M. M. Alberti, «Wax Bodies. Art and Anatomy in Victorian Medical Museums», *Museum History Journal* 2 (2009): 10.

<sup>59</sup> Lucía Dacome, “Waxworks and the performance of anatomy in mid-18<sup>th</sup> century Italy”, *Endeavour* 30 (2006): 31.

<sup>60</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», 209, 214.



**FIGS. 22 y 23.-** *Despellejado que muestra la superficie del músculo esquelético. Conjunto y detalle. Huesos y cera. Ercole Lelli. Museo de Anatomía de la Universidad de Bolonia. Italia.*

Manzolini comenzó a trabajar en colaboración con Lelli en el gabinete anatómico del Instituto de la Ciencia de Bolonia. Famosa es su obra *Cinque sentimenti*, que representa, de forma generalizada y sistemática, las estructuras interna y externa de los órganos sensoriales. Tal fue su implicación en el estudio de la anatomía del oído, que hacia 1749, constató cómo la sordomudez no se debe a una malformación en el órgano de la voz, sino a la sordera congénita. Este hecho pone de relieve que el arte médico-anatómico del mismo fue toda una ciencia al servicio de la vida y del estudio. Más tarde, unió su labor a la de su esposa, Anna Morandi, también cero-escultora (fig. 24). El haber llevado a cabo una profesión tan inusual y difícil para una mujer en aquella época y con tal destreza, la hizo famosa en toda Europa<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> VVAA. Portal Universidad de Bolonia. Instituto de Anatomía Humana. Acceso el 9 de noviembre de 2009, <http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/autori.htm#LELLI>  
<http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/autori.htm#MANZOLINI>  
<http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/autori.htm#MORANDI>

Esta pareja realizó una serie obstétrica de más de ciento cincuenta piezas, iniciada bajo el encargo del doctor Giovanni Antonio Galli (1708-1782), profesor de cirugía en la Universidad de Bolonia que, hacia 1750, estableció allí un departamento dedicado a la misma<sup>62</sup>.



**FIG. 24.-** Feto con el cordón umbilical y la placenta adjunta. Cera. Anna Morandi. Museo de Anatomía de la Universidad de Bolonia. Italia.

Astorri fue nombrado modelador oficial del Gabinete de Anatomía de la citada institución universitaria, en 1816. Desarrolló su labor bajo la supervisión de tres doctores: Alessandro Moreschi, Francesco Mondini (1786-1896) y Luigi Calori (1807-1896)<sup>63</sup> (fig. 25).



**FIG. 25.-** Pelvis de mujer con los ligamentos correspondientes. Cera. Giuseppe Astorri. Museo delle Cere Anatomiche "Luigi Cattaneo" Universidad de Bolonia, Italia.

---

<sup>62</sup> Lyle Massey, «On waxes and wombs. Eighteenth-Century Representations of the Gravid Uterus» en *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*, ed. por Roberta Panzanelli (California: Getty Publications, 2008), 89.

<sup>63</sup> VVAA, Portal Universidad de Bolonia. Instituto de Anatomía Humana. Acceso el 9 de noviembre de 2009, <http://biocfarm.unibo.it/museocere/autori.htm#ASTORRI>

Manfredini trabajó bajo la dirección del profesor Carlo Mondini (1729-1803) en sustitución de la difunta Anna Morandi, en la Universidad de Bolonia. Anteriormente ya había sido cero-escultor obstétrico en clínicas de maternidad de la ciudad de Módena. Por su parte, Barbieri unió sus manos a la mirada instruida del doctor Sartori Mantua, lo que le llevó a convertirse en el modelador oficial del gabinete de Obstetricia de Bolonia. Junto al profesor Calori, el cero-escultor Cesare Bettini realizará una colosal obra de la anatomía del cerebro<sup>64</sup>.

El otro gran centro italiano de ceroplástica se ubicó en Florencia. En realidad, la moda europea de la anatomía artística surgió gracias al prestigio que adquirió *La Specola*, donde se instaló la primera colección importante de ceras anatómicas, creada, en 1775, por el naturalista Felice Fontana (1730-1805)<sup>65</sup> tras ver las ceras boloñesas<sup>66</sup>. Constituye el museo científico más antiguo de Europa y perteneció, en origen, al Gran Duque de la Toscana<sup>67</sup>. Esta escuela introduce una importante innovación: el molde y el proceso de vaciado<sup>68</sup>, técnica que será su sello de distinción. A diferencia de las ceras boloñesas - que normalmente incluían un esqueleto real como estructura interna de sostén -, los modelos florentinos se realizaron por entero en cera<sup>69</sup>.

En la institución de *La Specola*, bajo la dirección de Fontana, llevaron a cabo su labor numerosos anatómicos famosos como Mascagni (1752-1815) e importantísimos cero-escultores como Giuseppe Ferrini (?-1819), Clemente Susini (1754-1814), Carlo Calenzuoli (1796-1829) (fig. 26), Luigi Calamai (1796-1851) y Egisto Tortori (1829-

---

<sup>64</sup> VVAA, Portal Universidad de Bolonia. Instituto de Anatomía Humana. Acceso el 9 de noviembre de 2011, <http://biocfarm.unibo.it/museocere/autori.htm#ALTRI>

<sup>65</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 64.

<sup>66</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», 214.

<sup>67</sup> Pedro-Leopoldo de Habsburgo-Lorena (1765-1790), hermano de José II, emperador de Austria (1741-1790).

<sup>68</sup> Dacome, «Waxworks and the performance of anatomy in mid-18<sup>th</sup> century Italy», 34.

<sup>69</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from 16th to early 19th Centuries», 215.

1893). Todos estos artistas crearon sus modelos de cera a partir de las disecciones de Tommaso Bonicoli (1746-1802) y Filippo Uccelli<sup>70</sup>.

Una de las principales aportaciones de Fontana fue la construcción de modelos anatómicos en cera desmontables, de los cuales fue gran impulsor José de Flores (1751-1814), de la Universidad de Guatemala, cuyo trabajo es muy desconocido en este campo<sup>71</sup>. Conocedor del trabajo de Zumbo y Desnoues, de Flores consideró que todas aquellas ceras poseían una desventaja común: estaban realizadas en una única pieza, con lo que, para representar un estrato diferente de una misma zona, uno debía realizar un nuevo modelo partiendo de cero. Así, perfecciona el diseño y con ello su capacidad didáctica, creando este tipo de figuras que fueron destruidas en las sublevaciones políticas sucedidas en Guatemala en 1821, y de las que sólo ha quedado constancia escrita de su increíble complejidad. Muestra de ello es que sólo llegó a elaborar cuatro piezas de tamaño natural, entre las que se incluyen, un esqueleto, un adán anatómico completo y una figura femenina con úteros intercambiables que mostraba todas las etapas de la gestación<sup>72</sup>.

---

<sup>70</sup> Roberta Ballestriero, *«Efigie, Cadáver y Cuerpo Enfermo en la Ceroplástica»*. (tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2012), 130, 138.

<sup>71</sup> Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 63, 64.

<sup>72</sup> Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 64, 65.





**FIG. 26.-** *Miología de la cara y el cuello.* Cera coloreada. Carlo Calenzuoli. Finales del siglo XVIII. Laboratorio de Anatomía Comparada: Gabinete de Ceras. Museo Nacional de Historia Natural. París, Francia.

En 1782, Susini se convierte en primer modelador de *La Specola*. Él y sus colaboradores llegaron a producir un gran número de ceras anatómicas de figuras humanas y de animales, con una altísima calidad científico-artística y dotadas de enorme belleza<sup>73</sup>. Susini transforma la práctica tradicional en una producción en masa mediante la introducción eficiente del uso de moldes. Durante sus cuarenta años de actividad en el taller parece ser que modeló, aproximadamente, dos mil ceras anatómicas<sup>74</sup>.

<sup>73</sup> Luigi Cattaneo, «Carne y cera: los modelos anatómicos de Clemente Susini. Presentación de la colección de Cagliari», *Elementos: Ciencia y Cultura* 68 (2007): 35.

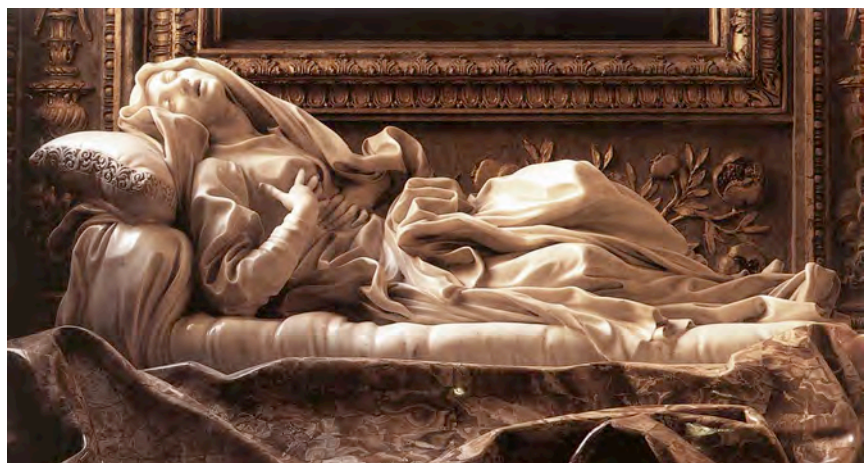
<sup>74</sup> Cattaneo, «Carne y cera: los modelos anatómicos de Clemente Susini. Presentación de la colección de Cagliari», 35.



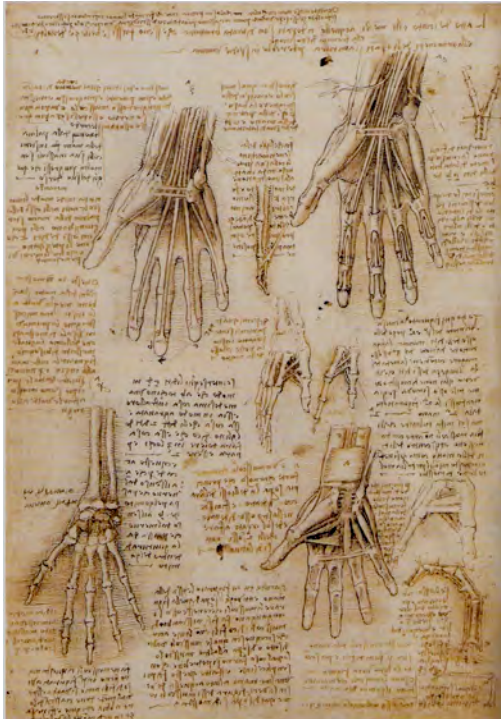
**FIGS. 27 y 28:** *Venus de' Medici* llamada *Venere Medicea*. Conjunto y detalle. Aparatos cardiovascular, digestivo y urogenital. Cera. Clemente Susini en colaboración con Giuseppe Ferrini. Finales del siglo XVIII (1770-1775). *La Specola*. Universidad de Florencia. Italia.

**FIG. 29.-** *Tumba de la Beata Ludovica Albertoni*. Mármol. Gian Lorenzo Bernini. 1671-1674. Iglesia de San Francesco a Ripa, Roma, Italia.

Se piensa que la Venus de Susini pudiera estar formalmente inspirada en esta pieza de Bernini.







FIGS. 30 y 31: (Izda.) *Estudios de la mano*. Lápiz y tinta sobre papel. Leonardo da Vinci, h. 1510. (Dcha.) *El órgano del Tacto*. Cera. Clemente Susini, 1803. Hayward Gallery, Londres, UK.

El Museo *Josephinum* de Viena alberga una importante colección de modelos anatómicos que José II, Emperador de Austria, encargó a Fontana, en 1780, tras visitar *La Specola* y comprobar con sus propios ojos la calidad de los trabajos alcanzada por la maestría técnica de Susini<sup>75</sup>. Las piezas anatómicas de este cero-escultor son obras maravillosas que aúnan a la perfección armonía y belleza. La serenidad clásica de las expresiones, el refinado ajuste de los colores, la conservación de la realidad anatómica carente de todo morbo, son rasgos característicos de sus modelos, que los elevan a la categoría de obras de arte (figs. 27, 28, 31).

Otro personaje relevante en la historia de la ceroplástica anatómica es, sin duda, Ricci, autor de cerca de ciento dieciséis piezas de la Colección del Museo de Anatomía Patológica de la Universidad de Florencia. Junto con Calamai y Tortori<sup>76</sup>, puede ser

<sup>75</sup> Riva et al., «The evolution of anatomical Illustration and Wax Modelling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», 216.

<sup>76</sup> Egisto Tortori con sólo quince años comenzó como aprendiz en el arte de la ceroplástica impartida en la Specola, y a los veintidós años se convirtió en cero-escultor del Museo. Gabbriellini et al., «The wax collection at the Museum of Phatological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 31.



considerado como el último de los artífices tradicionales de las técnicas de *La Specola*. Fue admitido como alumno, en 1825, mientras estudiaba cuarto curso de cirugía en el Real Hospital de Santa Maria Nuova. Tuvo como maestro a Calenzuoli, quien se interesó por él dada la gran habilidad que demostraba como cero-escultor de modelos de anatomía. Destacó por la extraordinaria exactitud de su trabajo en consonancia con la realidad<sup>77</sup>.

Francesco Antonio Boi (1767-1855) será el principal impulsor de la colección de ceras anatómicas de la Universidad de Cagliari (Cerdeña). De formación médica, fue catedrático de Anatomía Humana en la Universidad de Medicina de Cerdeña, en 1799. En el año 1801 viajó a Florencia para ampliar sus conocimientos en la materia, y en *La Specola*, entró en contacto con un reconocido Susini, quien hizo las reproducciones en cera de las disecciones que Boi acometía personalmente, entre los años 1803 y 1805<sup>78</sup>. A diferencia de la colección que realizó para el museo florentino o para el *Josephinum*, en que los modelos muestran expresiones serenas, casi durmientes, los modelos de Cagliari pertenecen a la última forma de trabajar del artista, en la que utilizó una expresión realista para los rostros, parecida a la de los cadáveres<sup>79</sup> (fig. 32), en la que enfatizó los nervios y vasos linfáticos, llevando su escultura al más mínimo detalle<sup>80</sup>. La diferencia de estos modelos frente a los de Bolonia o Florencia, es que están hechos de cera maciza y no representan los vasos linfáticos en el cerebro, error que se le atribuye, en estas otras dos colecciones italianas, a Mascagni<sup>81</sup>. Se trata de una serie pequeña cuando se la compara, en número de piezas, con las de Florencia y Viena, pero resulta del mismo modo importante como última visión artística de Susini. El investigador Alessandro Riva

---

<sup>77</sup> Gabbriellini et al., «The wax collection at the Museum of Phatological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 32, 33.

<sup>78</sup> Alessandro Riva, Attilio Baghino, «Historia de las ceras anatómicas de Cagliari en Cerdeña», *Elementos: Ciencia y cultura* 042 (2001): 6.

<sup>79</sup> Cattaneo, «Carne y cera: los modelos anatómicos de Clemente Susini. Presentación de la colección de Cagliari», 35.

<sup>80</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», 209.

<sup>81</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», 219, 220.

defiende que por fin, bajo las directrices de Boi, este cero-escultor pudo expresarse artísticamente<sup>82</sup>.



**FIG. 32.-** Cabeza de hombre. Cera. Clemente Susini bajo la dirección de Francesco Antonio Boi. Colección de la Universidad de Cagliari. Cerdeña, Italia.

## **2.2.-LA ESCUELA FRANCESA**

A esta escuela pertenece la anatomista y cero-escultora Marie Catherine Bihéron (1719-1786), contemporánea de Anna Morandi, quien creó su propia colección de ceras anatómicas. Sin embargo, la colección más famosa de ceras anatómicas francesas, fue la formada por el Duque de Orleans, primo de Luis XVI, y ubicada en el Palacio Real. Estos modelos fueron realizados por el cirujano André-Pierre Pinçon, muy reconocido en la

---

<sup>82</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modeling in Italy from the 16th to early 19th Centuries», 218.

época por su talento artístico. En la actualidad, muchas de las piezas se encuentran en el Museo de Historia Natural de París, donde fueron requisadas durante la Revolución, y pasaron a formar parte de las Galerías Anatómicas dirigidas por Georges Cuvier, profesor de anatomía animal<sup>83</sup>.

Jules Baretta (1833-1923) destacó con sus *moulages*. Desarrolló su actividad en torno a la representación de enfermedades de la piel, y trabajó en el Hospital Saint-Louis, de París, junto al médico Charles Lailler (1828-1898). Su primer *moulage* dermatológico data del 1867: *Lupus erythematosus*. Realizó la increíble cifra de cerca de dos mil moldes, sobre un total de más de cuatro mil figuras, caracterizadas por una técnica que siempre mantuvo en secreto<sup>84</sup>.

También es digna de mención la colección de Rouen, realizada bajo la dirección del cirujano Jean-Baptiste Laumonier (1749-1818), que preparaba piezas anatómicas por medio de inyecciones de cera<sup>85</sup>.

Las ceras francesas (fig. 33) son más toscas y tienen menor refinamiento si se las compara con la calidad alcanzada por el maestro Susini. Conviene recordar que la escuela francesa se centró en el *moulage* dermatológico, que posibilitaba mostrar enfermedades víricas de la piel y venéreas con tremendo realismo, casi repulsivo, ajeno a toda idealización italiana.

---

<sup>83</sup> Lemire, «Representations of the human body: the coloured wax anatomic models of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries in the revival of medical instruction», 289 y Alberti, «Wax Bodies. Art and Anatomy in Victoria Medical Museums», 11.

<sup>84</sup> Anónimo, «Jules Baretta», acceso el 7 de noviembre de 2009, [http://www.bium.univ-paris5.fr/sfhd/biographies/baretta\\_eng.htm](http://www.bium.univ-paris5.fr/sfhd/biographies/baretta_eng.htm)

<sup>85</sup> Nicolas Sainte Fare Garnot, «Céroplastie médicale: art méconnu» en *Sculptures in cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drillhon, Guilhem Scherf (Paris: RMN, 1987), 23.



**FIG. 33.-Anatomía de una mujer sentada.** Cera. André-Pierre Pinçon. Finales del XVIII. Llama la atención el gesto de tristeza y rechazo de esta figura.

### 2.3.-LA ESCUELA INGLESA

Algunos de los modelos anatómicos en cera, realizados por Desnoues en Italia, fueron trasladados a Londres, en 1719, con objeto de difundir la práctica de la enseñanza médica en Inglaterra. Se exhibieron en el museo público de Rackstrow, que contaba con una valiosa colección de “curiosidades anatómicas” y desarrollaba, a través de la misma, una tarea educativa<sup>86</sup>.

Ya a finales del siglo XVIII y durante el XIX, estas piezas se van alejando cada vez más de la idealización italiana y los cero-escultores, animados por el espíritu de verosimilitud inculcado por los cirujanos, acercan cada vez más sus creaciones al cuerpo real e inclusive al cadáver, en su expresión última, dignificando el *memento mori*<sup>87</sup>.

<sup>86</sup> Alan W. Bates, «Indecent and demoralising representations: public Anatomy Museums in mid-Victorian England», *Medical History* 52 (2008): 17.

<sup>87</sup> Bates, «Indecent and demoralizing representations: public Anatomy Museums in mid-Victorian England», 3.

Joseph Towne<sup>88</sup> (1806-1879) fue un célebre artista inglés que comenzó su carrera con diecisiete años en el Guy's Hospital de Londres, donde desarrolló todo su trabajo a lo largo de cerca de cincuenta y tres años, junto al anatomista y cirujano Thomas Addison (1793-1860). Sus modelos, unos mil<sup>89</sup>, se conservan en el Gordon Museum de Guy's y continúan, aún hoy, siendo utilizados como herramientas docentes (figs. 34, 35).

La colección inglesa dista de las ceras italianas. Son esculturas que gozan de una gran exactitud científica, y parecen salidas, directamente, de la sala de disección; no están dotadas de embellecimiento alguno, son crudas, incluso brutales. En opinión de la investigadora Ballestriero, las italianas representan el cuerpo vivo, aún caliente, mientras que las inglesas muestran el cadáver en su máxima expresión de *rigor mortis*, completamente frío<sup>90</sup>.



**FIG. 34.-** Vista de la cabeza y de una sección del Tórax a la altura del corazón. Cera. Joseph Towne. Gordon Museum, Kings College, Londres, UK.

---

<sup>88</sup> Para obtener más información sobre este cero-escultor consúltese el artículo: Alberti, «Wax Bodies. Art and Anatomy in Victoria Medical Museums», 7-36.

<sup>89</sup> Alrededor de doscientos son anatómicos, doscientos cuarenta de anatomía patológica y unos quinientos sesenta son piezas dermatológicas. Alberti, «Wax Bodies. Art and Anatomy in Victoria Medical Museums», 14.

<sup>90</sup> Ballestriero, «Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works?», 227.



**FIG. 35.-**Zonas basales de la cabeza con tórax y abdomen abiertos. Cera. Joseph Towne. Gordon Museum, Kings College, Londres, UK.

## **2.4.-LA ESCUELA AUSTRÍACA Y LA ALEMANA**

En Viena, la anatomía tuvo una época de esplendor en las postrimerías del siglo XVIII. El emperador José II (1741-1790) creó, en 1785, la Academia Austríaca de Medicina y Cirugía Militar para que los cirujanos del ejército recibieran una formación más adecuada. En un viaje anterior a Florencia, éste había conocido la colección de ceras anatómicas de *La Specola*, con la que quedó muy impresionado, así que mandó elaborar un amplio repertorio de copias que hoy en día constituyen la importante colección de modelos del Museo *Josephinum* de Viena<sup>91</sup>.

Esta entidad donará su colección de modelos oftalmológicos en cera, un total de treinta y dos, a la Clínica Oftalmológica de la ciudad de Padua, al norte de Italia. Expuestas actualmente en la Biblioteca del Instituto de Historia de la Medicina de la ciudad, fueron

---

<sup>91</sup> Premuda, «Ceroplástica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua», 24.

llevadas a cabo por el médico oftalmólogo y modelador J. N. Hofmayr, en las primeras décadas del siglo XIX, bajo la dirección del doctor y profesor de oftalmología A. Rosas (1791-1855)<sup>92</sup>.

En la Alemania católica, la capital de las artes y las ciencias, Munich, recogerá a mediados del XIX la labor del cero-escultor Paul Zeiller (1820-1893). Éste trabajó junto al profesor de anatomía Ignatz Döllinger (1770-1841) en la Academia de Ciencias de la ciudad, de cuya colección se designó a este último conservador y responsable. Sus modelos (fig. 36) fueron creados a partir de las disecciones efectuadas por los cirujanos Eugen Schneider y Anton Förg, si bien el propio cero-escultor también disponía de una buena formación en anatomía. Realizó una excelente aportación a la ciencia médica con sus trabajos en cera sobre embriología humana, en los que mostró el desarrollo del cerebro y los genitales externos, bajo las indicaciones de Johann Baptist Weissbrod (1778-1865), catedrático en obstetricia<sup>93</sup>.



**FIG. 36.-** *[E]nlarged anatomical head. Cera. Paul Zeiller. 1860-1864.*

---

<sup>92</sup> Premuda, «Ceroplástica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua», 24.

<sup>93</sup> Nick Hopwood, «Artist versus Anatomist, Models against Dissection: Paul Zeiller of Munich and the Revolution of 1848», *Medical History* 51 (2007): 282, 286, 287.





**FIG. 37.-** *Adán anatómico. Cera. Museo Jhosephinum de Viena, Austria.*

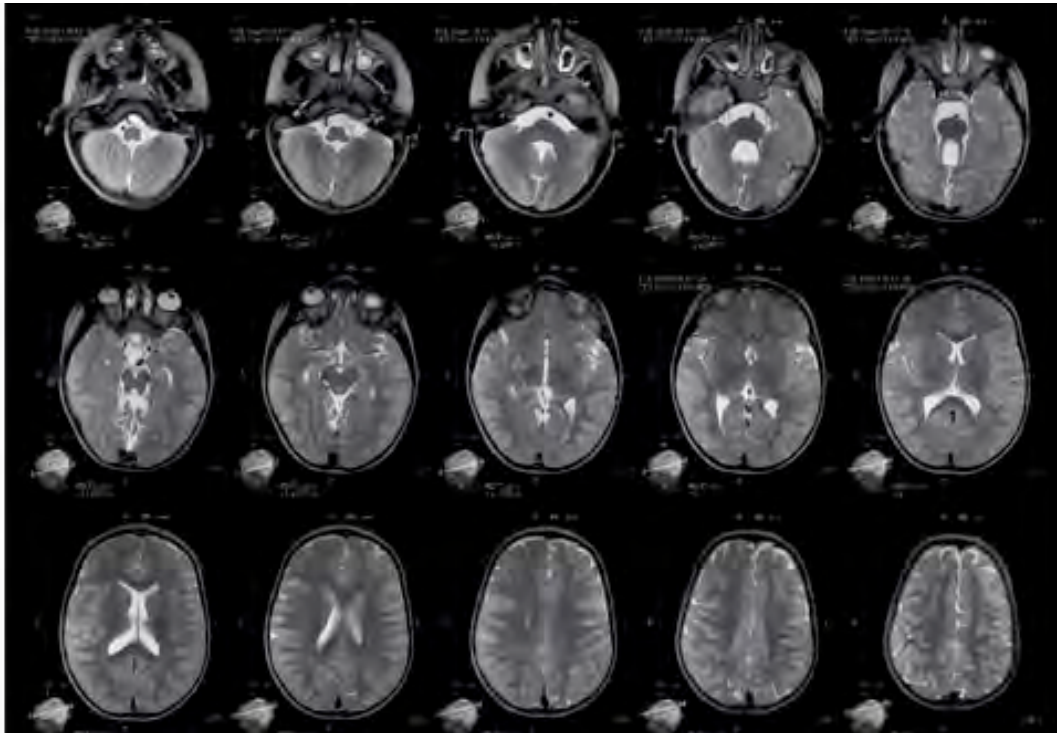
## **2.5.-ABANDONO DE LOS MODELOS POR OTROS SISTEMAS DE ESTUDIO DE LA ANATOMÍA**

Ya en el siglo XX, los modelos anatómicos en cera perdieron su funcionalidad original y fueron suplantados por la práctica disectiva, al ser posible la conservación de los cadáveres. Además, se produce en este siglo una revolución en la imagen médica a través de técnicas como la radiografía, la angiografía, la endoscopia, los ultrasonidos, la tomografía computarizada (fig. 37) y la resonancia magnética. A nivel anatomopatológico la fotografía en color y los órganos en formol acabaron por imponerse a los modelos artificiales.

En la actualidad se utilizan de forma ocasional con fines didácticos y constituyen colecciones con un interés básicamente histórico-artístico. Por parte de la comunidad



médica existe cierta reticencia al uso de los mismos en la enseñanza, porque, debido a su asombroso realismo, generarían en los estudiantes una elevada reacción.



**FIG. 37.** *Secciones del cerebro. Tomografía computarizada.*

## **CAPÍTULO III**

---

### **LA CEROPLÁSTICA ANATÓMICA EN ESPAÑA**





## 1.- BREVE RECORRIDO POR LA ENSEÑANZA MÉDICA EN ESPAÑA

Se tiene noticia que en España la regulación médica, y con ello el avance farmacológico, comenzó bajo la ocupación musulmana a la par que se fueron estableciendo hospitales orientados tanto a la curación como a la enseñanza y el aprendizaje.

Los conocimientos médicos musulmanes fueron asimilados, poco a poco, a lo largo de la Reconquista, de forma que, ya en el siglo XIV, el Reino de España contaba con una de las primeras facultades universitarias de medicina, la de Salamanca; donde se sabe que las clases se orientaban según la instrucción médica clásica, bajo los trabajos e ideas de Galeno e Hipócrates de Cos (460 a. C.- 370 a. C.)<sup>1</sup>. Por supuesto que se arrastraron errores de conocimiento en las universidades medievales, pero resulta destacable lo pronto que surgió la necesidad de que hubiera una formación a través, no sólo de la teoría, sino también de su práctica y cuidadosa observación.

A pesar de sus incorrecciones y de la oposición de las religiones, la medicina galénica mantuvo su estatus durante el Renacimiento y se posicionó con firmeza en las universidades de la España católica. El siglo XVI, época de oro de la medicina, marcó la incorporación de los avances y progresos científicos. Las disecciones anatómicas realizadas desde el siglo XIII se hicieron más habituales:

[...] Se estableció una cátedra de anatomía en Salamanca en 1551. De acuerdo con los estatutos universitarios, este profesor iba a realizar seis disecciones al año y a usar a Vesalius (1514-1564) como guía<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>Hipócrates y Galeno entendían el cuerpo humano y su funcionamiento a través de la vía de la filosofía. El médico griego y padre de la medicina clínica, Hipócrates, creía que el cuerpo se hallaba en un estado ideal de equilibrio y, en consecuencia, funcionamiento armonioso, cuando los cuatro humores o fluidos corporales se encontraban en una proporción semejante (*pepsos*): sangre, bilis negra, bilis amarilla y flema. La terapia hipocrática tiene, por consiguiente, la misión de restablecer la armonía perdida en el cuerpo enfermo (*dyscrasia*). Galeno, médico también griego, defendía que el profesional había de formarse a partir de la práctica y no exclusivamente de la teoría. Entre sus trabajos son destacables las detalladas descripciones anatómicas.

<sup>2</sup> Michel E. Burke, *The Royal College of Sn. Carlos. Surgery and Spanish Medical Reform in the Late Eighteenth Century* (Durham: Duke University Press, 1977), 22. Se refiere al Tratado de Anatomía de Vesalius: *De Humani Corporis fabrica* (Suiza, Basilea: per Ioannem Oporinum, 1555). Para más información relativa al tema

La educación española se iba impregnando de modernidad. Un claro indicio de ello era que se estudiaba el tratado de anatomía de Vesalius, en el que éste desafiaba a Galeno, al hacer frente a su metodología básica de diseccionar animales en lugar de cadáveres humanos. Asimismo, Felipe II (1527-1598) fundó numerosos hospitales; destacable para este estudio es la construcción, en 1587, del *Hospital General de Madrid* que, en años venideros, formaría a muchos futuros doctores españoles.

En el siglo XVII, la medicina española inició su declive. Tanto es así que, en 1625, se volvió a incorporar en la Facultad de Salamanca el texto de anatomía de Galeno y, en general, las disecciones públicas junto con el número de estudiantes de medicina decayeron; ya no se requería la asistencia de los alumnos a las disecciones<sup>3</sup> para educarse como doctores, con lo que la formación en conjunto se vio muy mermada en relación a la del siglo precedente.

La medicina universitaria continuó contando con Hipócrates, Galeno y Avicena. [...] Raramente un estudiante estaba en contacto con un cadáver o incluso un paciente [...]⁴.

A principios del siglo XVIII, el abatimiento médico llegó a su apoteosis. Tal es así que en España reinaba una espantosa ignorancia en anatomía y cirugía dado que las disecciones sobre el cadáver habían desaparecido de las universidades. Durante décadas fueron ignoradas o tenidas en menosprecio

[...] como cosa horrible y nefanda. Los estudiantes acababan su carrera sin haber visto una sola disección [...] «porque no han leído ni visto anatomía, ni se enseña en su Universidad»⁵.

---

consúltese, *Los estudios de Anatomía en la Universidad de Salamanca*. (Universidad de Salamanca: Servicio de Archivos y Bibliotecas, 2001) acceso el 21 de diciembre de 2014 <http://www.centenario.usal.es> y el capítulo II del presente estudio.

<sup>3</sup> Archivo Histórico Nacional [AHN] (Madrid), Sección de Consejos Suprimidos. Legajo 5464. Expediente 14, Representación de Francisco Antonio de Zunzunegui, 1783. Sin paginar.

<sup>4</sup> Burke, *The Royal College...*, 23.

En aquella época existió, en toda Europa, una división muy marcada entre los *Cirujanos Latinos* o *de Toga* y los *Cirujanos Romancistas* o *Barberos*. El reconocimiento de la cirugía como carrera académica era simbólico y, verdaderamente, estos cirujanos romances apenas gozaban de educación formal alguna. Muchos eran analfabetos y, en general, mostraban un claro déficit en la comprensión de los principios más elementales de la anatomía humana. El cirujano-barbero era un artesano sin educación que trabajaba con sus manos y ocupó una posición inferior frente al universitario; pero, a menudo, su experiencia práctica era mucho mayor que la de aquél. En España, el *Real Decreto de 1617*, requirió que todas las facultades médicas universitarias tuvieran una cátedra de cirugía y anatomía, con la condición de que sólo los cirujanos latinos pudiesen ocupar puestos en los centros de enseñanza oficiales, en los hospitales y asistir a la Familia Real<sup>6</sup>.

La España ilustrada en decadencia del siglo XVIII reaccionó positivamente y puso en marcha la adaptación, a sus necesidades, de la racionalización europea y el conocimiento extranjero, con objeto de recuperar su grandiosidad, centrándose en el desarrollo científico.

[...] el ilustrado español [...] Veía las nuevas ciencias [...] como herramientas concretas para mejorar la vida humana [...] ignorando en gran medida las preocupaciones más idealistas por el racionalismo<sup>7</sup>.

También los eruditos comenzaron a crear academias e institutos dedicados a la medicina y su fomento, a través de la celebración de reuniones científicas, la concesión de premios y la publicación de revistas.

---

<sup>5</sup> Eduardo García del Real, *Los anatómicos y los cirujanos del siglo XVIII, el Dr. Antonio Gimbernat y la fundación del Colegio de San Carlos* (Madrid: Academia Nacional de Medicina, 1934), 111, 112.

<sup>6</sup> Burke, *The Royal College...*, 25, 26.

<sup>7</sup> Burke, *The Royal College...*, 5.

El patrocinio Real aumentó la posición dominante de la Academia, la cual, por turnos, confirió a los monarcas una influencia significativa en la vida intelectual nacional<sup>8</sup>.

En 1732, se formó la Academia de Medicina de Madrid. Los llamados reformistas influyeron definitivamente en el hecho de que educación y medicina se ubicaran como los puntos centrales de desarrollo de la Ilustración española.

Cabe destacar que Felipe V (1683-1746) dotó, en 1701, al Hospital General de Madrid de la primera cátedra no universitaria de anatomía, estando aquí, clases y disecciones, abiertas al público en los conocidos como *Teatros de Anatomía*<sup>9</sup>. Posiblemente el primero lo creara, en Madrid, el anatómico Pedro Martín Martínez, en el año 1705<sup>10</sup>. Más tarde, otros muchos hospitales españoles gestionaron este puesto y el de un asistente para el anatomista instructor. Todo ello supuso un gran progreso, al quedar asociada la anatomía tanto a la observación como a la teoría, así como la ya consideración de la cirugía como oficio. En la Universidad de Cervera, bajo el mandato de este monarca, se encargó a la célebre escuela de Montpellier una colección de piezas de cera<sup>11</sup>.

## **2.-CREACIÓN DE LOS PRIMEROS REALES COLEGIOS DE CIRUGÍA**

En la segunda mitad del siglo XVIII, se crearon los Reales Colegios de Cirugía, auspiciados por el Marques de la Ensenada e ideados por el catalán Pedro Virgili<sup>12</sup> (1699-1776). Entre ellos el de Cádiz, fundado por Fernando VI en 1748, y los de

---

<sup>8</sup> Burke, *The Royal College...*, 4.

<sup>9</sup> Burke, *The Royal College...*, 38. Véase el capítulo II del presente estudio.

<sup>10</sup> García del Real, *Los anatómicos...*, 418-422. Véase fig. 2 del capítulo II del presente estudio.

<sup>11</sup> Burke, *The Royal College...*, 47.

<sup>12</sup> Pedro Virgili fue un cirujano-barbero de Tarragona que, tan interesado estaba en la anatomía, que, en 1716, viajó a Montpellier para aprender más y traer nuevas enseñanzas y medidas didácticas a España. Estableció el primer Colegio español de Cirugía en Cádiz y dirigió la fundación del de Madrid.

Barcelona (1760) y *San Carlos* en Madrid (1780), por Carlos III. Expresaba S. M. en *Real Cédula de 1780*:

Que habiendo entendido desde mi regreso al trono el decadente estado de la cirugía en estos mis reinos, [...] tuve a bien mandar erigir una Escuela Real de Cirugía en la ciudad de Barcelona [...]<sup>13</sup>

De esta manera se formarían cirujanos profesionales para la dotación de los regimientos del interior, así como de la marina. El de Madrid estuvo dedicado al cuidado de los súbditos de la Villa y la Corte.

Esto supuso una profunda transformación en la enseñanza dada a los médicos, ya que los estudios anatómicos se mejoraron de manera significativa. A este respecto, Virgili introdujo cambios radicales. La creación de estos colegios representó, en cierta manera, los principios básicos de los objetivos Ilustrados: una enseñanza basada en el *cómo* y no ya tanto en *el por qué*. Los reformistas demandaron textos modernos, una profunda formación en ciencias naturales, latín, lógica y filosofía, y un adecuado balance entre los estudios teóricos y los prácticos.

Se pensaba que la mejor solución era eliminar toda la educación quirúrgica de la universidad y establecer escuelas especiales de cirugía independientes tanto de las universidades como del Protomedicato<sup>14</sup> [...] con el mismo estatus que la universidad<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo por la qual se manda establecer en Madrid un Colegio y Escuela de Cirugía...* En Madrid: en la imprenta de D. Pedro Marín, 1780. (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>14</sup> La medicina española estuvo hasta mediados del siglo XVIII gobernada por el Protomedicato Real. Fue fundado alrededor del siglo XV, y otorgaba permisos a todos los médicos, arbitraba sus disputas y castigaba la curandería y la mala praxis. Con ello garantizaba el cumplimiento de los estándares de la práctica médica. Su principal actividad fue la de definir los requisitos y privilegios, por separado, de médicos, cirujanos barberos y farmacéuticos. En 1779, con Carlos III, el Protomedicato perdería su poder. Álvar Martínez Vidar, María Luz López Terrada, «El Protomedicato en la administración central de la Monarquía hispánica (1593-1808)», *Dynamis* 16 (1996): 17-19.

<sup>15</sup> Burke, *The Royal College...*, 56.



Se trataba de colegios reales, por ello fueron establecidos por oficiales reales. Así, en la reforma de España, la corona del momento influyó con determinación en la educación y las profesiones liberales.

### **3.-EL REAL COLEGIO DE CIRUGÍA DE SAN CARLOS (1786-1805)**

#### **3.1.-LA CREACIÓN DEL REAL COLEGIO**

A semejanza de los Colegios erigidos en Barcelona y Cádiz, y a petición del catedrático Pedro Custodio Gutiérrez y del Rector Martínez de Bustos, el rey Carlos III manda crear un Real Colegio de Cirugía en Madrid, basándose en un antiguo proyecto de Virgili, de 1747<sup>16</sup>. En la *Real Resolución de 21 de Marzo de 1778*, este monarca solicita que se disponga un reglamento que facilite a los cirujanos la asistencia a los enfermos; pide que para ello, se establezca un curso formal de enseñanza de la materia en Madrid, y solicita que se erija este Real Colegio de Cirugía. Encomendará la tarea de construirlo y establecer su reglamento, a Antonio de Gimbernat (1734-1816) (fig. 1) y Mariano Rivas (1774-1778) en forma de *Real Orden de S. M. de 13 de julio de 1779*, un precepto constituido por los Reales Hospitales para la enseñanza de la cirugía en Madrid, dado por los cirujanos de cámara Pedro Perchet y Virgili. Se comunica al Consejo, las siguientes Resoluciones Reales en *Real Orden de 26 de mayo*, del mismo año, firmada por su secretario y escribano de cámara, Antonio Martínez Salazar,

Que se establezca en Madrid un Colegio y Escuela de Cirugía, conforme en todo al que hay establecido en Barcelona, en quanto á Maestros, Estudios, gobierno interior, honores y exempciones de sus Colegiales, para poder ser empleados en el Exercito y Armada [...] <sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Alicia Sánchez Ortiz, Nerea del Moral, Sandra Micó, «Entre la Ciencia y el Arte. Ceroplástica anatómica para el Real Colegio de Cirugía de San Carlos (1786-1805)», *Archivo Español de Arte* 340 (2012), 330, 331.

<sup>17</sup> En Madrid: en la imprenta de D. Pedro Marín, 1780. En *Hospital Universitario de San Carlos*. Eudema, 1787-1987 (Con motivo del bicentenario de la Fundación del Hospital Universitario de San Carlos se publica esta edición Facsímil de la *Real Cédula Fundacional de Carlos III* y la *Disertación Inaugural de Antonio Gimbernat*). Sin paginar.



**FIG.1.-Antonio Gimbernát.** BH R378.4 (460.27 USA).

En tal Colegio se ha de admitir a todo aquel que quiera venir a aprender a esta facultad con tal de que tengan los estudios y demás requisitos necesarios<sup>18</sup>. Sin excepciones, ya procedan de Madrid o de cualquier parte de España.

Carlos III expresa la necesidad de aumentar, a tal efecto, la buena formación de cirujanos latinos, alejando los conocimientos a impartir de la actual ignorancia, en que considera, se encuentran. El Colegio habrá de contar con la nominación de directores, vicepresidentes, maestros, y la dotación de cátedras por oposición, y su Presidente habrá de ser su primer cirujano<sup>19</sup>, con más generosidad en los salarios que en el Colegio de Barcelona. Pide para ello colaboración, en las *Ordenanzas* (fig. 2), a los profesores mejor formados del reino<sup>20</sup> y que la institución se establezca en la nueva Fábrica del Hospital General en las piezas que destine el Consejo<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

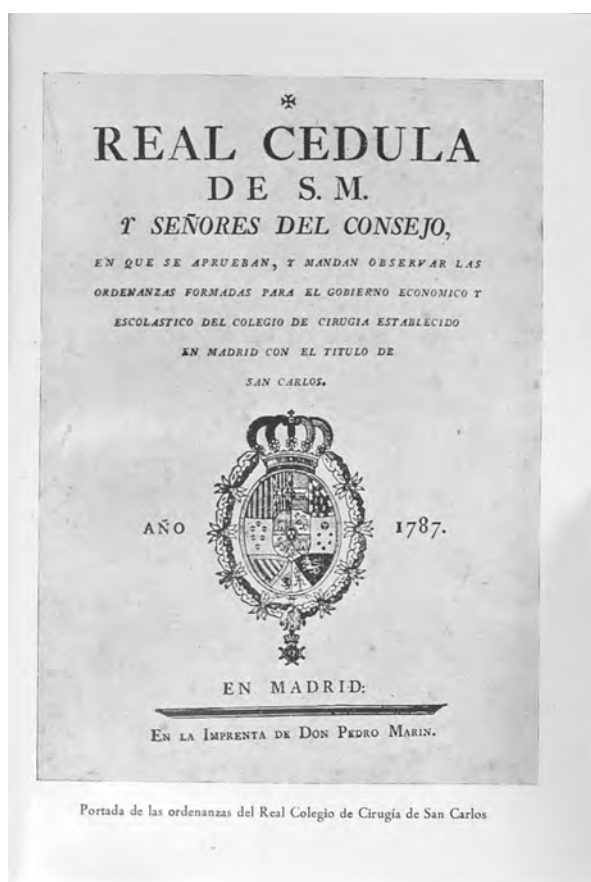
<sup>19</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>20</sup> *Libro de representac[i]ones, respuestas y orden[anzas] de los años anteriores y R[eale]s Órdenes con arreglo a la ordenanza de [cirugía]*. Madrid, 1787-1817 (BH MSS 927) (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>21</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin Paginar.

El Proto - Cirujano será su primer cirujano, con un sueldo de ocho mil reales de vellón y, aclara

[...] debe proponermele mi Sumiller de Corps (Duque de Losada), á quien aquel hará (la Presidencia del Protocirujanato) propuesta de tres sujetos Cirujanos<sup>22</sup>.



**FIG. 2.-**Portada de las *Ordenanzas del Real Colegio de San Carlos*, del año 1787. Biblioteca Histórica, UCM. BH DER 19850.

Este colegio de cirugía se gobernará con absoluta independencia del Tribunal del Protomedicato

[...] de el de Cirugía, y de la Junta de Hospitales; y que solamente ha de depender de la proteccion del mi Consejo [...] <sup>23</sup>.

---

<sup>22</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>23</sup> *Real Cédula Fundacional de Carlos III y la Disertación Inaugural de Antonio Gimbernat*. En Madrid: en la imprenta de D. Pedro Marín, 1780. Sin paginar.

Gimbernat se formó como cirujano en el Colegio de Cádiz, bajo la dirección de Virgili, y amplió sus estudios, a partir de 1774, junto a Rivas, catedrático de dicho Colegio Real y cirujano de la Real Armada, durante cuatro años, recorriendo Francia, Inglaterra, Escocia y Holanda. Carlos III financió estos viajes con vistas a la organización de este nuevo Colegio de Cirugía en Madrid<sup>24</sup>. En París visitaron el hospital general, nombrado Hotel Dieu, y asistieron a las lecciones de Pierre Macquer (1718-1784), uno de los químicos más adelantados del momento. En Londres, estuvieron en los hospitales de Sto. Tomás, Guy, San Bartolomé y San Jorge y vieron trabajar a cirujanos eminentísimos tales como Smith, Els, Lucas, Pott, Crane, Sharp, Young, Saunders y Hunter<sup>25</sup>, del que serán oyentes en 1777. Asimismo, visitaron la clínica de Leiden donde había enseñado el médico neerlandés Hermann Boerhaave (1668-1738)<sup>26</sup>.

En abril de 1780, Gimbernat y Rivas comenzaron a trabajar sobre el plan de formación del Colegio y el 14 de julio del mismo año, el primero presentó a la Corona una síntesis del mismo, que fue aprobada por *Real Decreto en junio de 1783*, de la que se extraen los datos siguientes concernientes al ámbito de la enseñanza de la anatomía:

Como los cadáveres necesarios para la enseñanza de Anatomía y operaciones quirúrgicas habrán de tomarse del Hospital [se refiere al Hospital General de Madrid], es importante dejar una puerta interior o pasadizo de comunicación, por donde se conduzcan ocultamente al Colegio, para evitar así la vista de

---

<sup>24</sup> Los resultados de estos viajes son relatados en el *Oficio del 19 de marzo de 1779* que el Excmo. Sr. D. Miguel de Múzquiz envió al Excmo. Sr. Conde de Ricla Capitán General de Cataluña, en el que se indica: «*El Rey ha sabido con mucho gusto los progresos y adelantamientos que han logrado estos facultativos (los Sres. Gimbernat, y Rivas): y deseando su Real ánimo que sus luces y observaciones se empleen en beneficio y alivio de sus vasallos, les ha mandado venir á Madrid, en donde se hallan, y quiere S. M. que subsistan asistiendo en el hospital general, hasta que se establezca en esta Corte el Colegio de Cirugía que S. M. tiene premeditado y resuelto.*» Agustín Gimbernat, *Sucinta noticia del S. D. Antonio de Gimbernat* (Barcelona: Imprenta de Sierra y Martí, 1828), 33-34. Enrique Salcedo, *Obras de Antonio de Gimbernat precedidas de un estudio Bibliográfico del mismo* (Madrid: Biblioteca Clásica de la Medicina Española, 1927), 201.

<sup>25</sup> Hunter (1728-1793) fue un extraordinario cirujano inglés. Según escribe Usandizaga ejerció un indudable influjo en el *espíritu creador de San Carlos*. Manuel Usandizaga, *Historia del Real Colegio de Cirugía de San Carlos de Madrid* (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1948), 11. Hunter enfatizaba la necesidad de una sólida formación en anatomía para el cirujano.

<sup>26</sup> Usandizaga, *Historia...*, 11.

llevarlos al descubierto o por la calle, como el horror que el vulgo concibe de que se disequen<sup>27</sup>.

Se pide crear un anfiteatro para demostrar la anatomía, del que se apunta que hay absoluta necesidad. Habrá de ser luminoso, con ventilación libre, con capacidad para contener por lo menos a cuatrocientas personas, de planta semicircular o similar, dotado de galería interior en tres o cuatro órdenes para comodidad de los oyentes y de los profesores, y estar en situación aislada, en el piso bajo, como los que hay en otros Colegios de España, Francia, Inglaterra, Escocia y Holanda<sup>28</sup>.

Para que los alumnos estudien y realicen disecciones sobre los cadáveres, la sala de disecciones anatómicas habrá de estar cerca del anfiteatro, y, lo que resulta más interesante, a continuación del mismo. Al modo de las existentes en Barcelona, Londres y Edimburgo, se creará una pieza para las preparaciones anatómicas,

[...] que ha de ser cargo del profesor de este ramo ir trabajando, pos sí, o por algunos discípulos con su intervención para formar una colección escogida de preparados secos del natural, tanto relativos a la estructura del cuerpo humano cuanto a varias de sus enfermedades. Siendo indispensable establecer una sala [...] para gabinete anatómico, así de preparados naturales como artificiales, sean demostrativos de organización o desorden de algunas enfermedades<sup>29</sup>.

Así, quedará al cuidado del gabinete anatómico y su desarrollo y crecimiento, por medio de las disecciones o de preparaciones, el Maestro de Anatomía<sup>30</sup>.

---

<sup>27</sup> Salcedo, *Obras...*, Tomo segundo, 146-148.

<sup>28</sup> Salcedo, *Obras...*, Tomo segundo, 146-148.

<sup>29</sup> Salcedo, *Obras...*, Tomo segundo, 146-148.

<sup>30</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

En un *Informe de 31 de diciembre de 1781*, Gimbernat y Rivas establecieron, dirigiéndose a Su Alteza<sup>31</sup>, que la asignatura de anatomía se enseñaría siguiendo el Tratado de Winslow<sup>32</sup> y que se utilizaría el de Astruc, *de Morbis Mulierum* en la clase de Partos<sup>33</sup>. Lo cual quedará constatado, en 1787, cuando Carlos III impondrá una serie de normas para que comience el funcionamiento del Colegio en *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo en que se aprueban, y mandan observar las ordenanzas formadas para el gobierno económico... febrero de 1787* (fig. 2). Dispuso, así, que se pagaran de su Tesorería general al Colegio, la cantidad de

[...] diez y ocho mil reales de vellón<sup>34</sup> al año que le asigno por via de dotacion para ocurrir á los gastos precisos é indispensables de conservacion y aumento de Biblioteca, armario de drogas y preparaciones de Pharmácia, repuesto de instrumentos chîrúrgicos, gabinete anatómico, y otros fines de pr[o]porcion y necesidad para la enseñanza<sup>35</sup>.

Nombra a Gimbernat y Rivas directores perpetuos de la institución con una pensión para cada uno de doce mil reales de vellón al año. Gimbernat ocupará la cátedra de operaciones y álgebra quirúrgica, Rivas la de afectos mixtos y lecciones clínicas, Diego Rodríguez del Pino, socio anatómico por oposición de la Real Sociedad Médica de Sevilla y Cirujano Mayor del Hospital del Cardenal de Córdoba, la de anatomía y Jayme Respau, la de partos y enfermedades venéreas,

[...] nombrado para Maestro Disector de este Colegio a Don Ignacio Lacaba, Cirujano del Regimiento de Caballería del Infante [...]<sup>36</sup>.

---

<sup>31</sup> Salcedo, *Obras...*, Tomo segundo, 171, 175.

<sup>32</sup> Se refieren al tratado de Jaques-Benigne Winslow (1669-1760), *Exposition anatomique de la structure du corp humain* (Á Paris: Chez Guillaume Deprez et Jean Desessartz, 1732). Libro de texto en la Cátedra de Anatomía del Real Colegio de Cirugía de San Carlos.

<sup>33</sup> Concretamente el de Joanne Astruc, *Tractatus de Morbis Mulierum* (Pars Altera: Typis & impensis Nicolai Pezzana, CCLXVII).

<sup>34</sup> Un real de vellón equivalía a 25 de las antiguas pesetas, unos 0,15 €.

<sup>35</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>36</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

Para los estudios prácticos se creará una cátedra de partos y enfermedades venéreas en la que se imparta el arte de la obstetricia y las enfermedades que padecen las mujeres mediante el tratado *Morbis Mulierum* de Astruc, tal y como ya se ha indicado. En todo momento se da vital importancia a la anatomía como base y fundamento de la práctica quirúrgica, dotando para ello al Maestro de la misma de un ayudante disector que cobrará diez mil reales de vellón<sup>37</sup>, quien deberá preparar las lecciones a explicar por el Maestro, los cadáveres y trabajar

[...] en la formacion y conservacion del gabinete anatómico [...] y cooperar de este modo en la colección completa de las preparaciones de todas las partes del cuerpo humano<sup>38</sup>.

Interesantísimo resulta el capítulo II de las Ordenanzas, dedicado al gabinete anatómico, en el que se indica:

Para que el estudio de la Cirugía se pueda hacer en esta escu[e]lla con la mayor perfeccion en la parte anatómica, que es la principal de esta Facultad: ordeno que se forme una colección de piezas anatómicas, así naturales como artificiales, de cera ú otras materias<sup>39</sup>,

en una sala dedicada expresamente a este fin, en la que se guardarán los preparados frescos y secos, y el mayor número posible de partes blandas y duras del cuerpo humano, conservadas las que lo necesiten en vasos y licores. Se señala que todos los maestros del Colegio deben contribuir a la formación de este gabinete anatómico<sup>40</sup>.

Para que estas piezas sean de mayor utilidad a la enseñanza,

---

<sup>37</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>38</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>39</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>40</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

[...] al tiempo de prepararlas para su conservacion se tomaran informes del Cirujano que hubiese asistido a la enfermedad, y de ellos se formara una relación histórica y concisa que comprehenda su principio y progresos. [...] Se custodiará esta relación con la pieza an[at]ómico-phatológica a que pertenece, para que en todo tiempo sirva de auxilio al Maestro anatómico, u otro cualquiera del Colegio, quando en las lecciones públicas la ponga de manifiesto y explique sobre ella la enfermedad que contiene<sup>41</sup>.

Finalmente, se dispone que podrán tomar del Hospital General cuantos cadáveres necesiten para todo ello.

Así, aprobadas las Ordenanzas por la Corona, se abrió San Carlos en el mes de octubre de ese mismo año de 1787. En la Real Cédula que acompañó a dichas Ordenanzas, se nombró como codirectores perpetuos del Colegio a Gimbernat y Rivas, según ya se ha indicado.

### 3.2.-LA CREACIÓN DEL GABINETE ANATÓMICO: ARTÍFICES Y ANATOMISTAS

Si bien, como acaba de comentarse, por Orden Real se encarga la creación de una colección de ceras anatómicas *en y para* San Carlos, se tienen ya noticias, el 9 de agosto de 1754, de que Carlos III encargó, en el año 1752, mediante *Real Orden de 13 de noviembre*, al entonces cirujano de la corte española José Fernández<sup>42</sup>, la compra de material e instrumental quirúrgico en París, donde éste se hallaba pensionado. La compra ascendió a la cantidad de 29.868 libras, importante suma en el momento, que indica la magnitud de la adquisición. En la primera de las cajas que llegaron se incluía instrumental para la talla, en la cuarta elementos de obstetricia, en la sexta instrumentos

---

<sup>41</sup> *Real Cédula de S.M. y señores del Consejo*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>42</sup> José Fernández «[...] fue cirujano del Hospital General de la Corte de Madrid durante los años centrales del siglo XVIII; fundador del Colegio de Cirugía de Madrid, que funcionó, vinculado a los Hospitales, con anterioridad a la creación del Colegio de San Carlos, en aquel primitivo colegio, [...], se llevó a cabo una labor docente y científica preferentemente anatomoquirúrgica, y tuvo en José Fernández uno de sus más representativos cirujanos. De este profesional sabemos que fue pensionado por Real Orden de 10 de octubre de 1751, con la misión de instruirse y perfeccionarse más en la Cirugía» Desde 1774 y hasta su muerte fue Primer Cirujano de Cámara de Carlos III. Juan Riera, *Anatomía y Cirugía Española del siglo XVIII (notas y estudios)* (Valladolid: Secretariado de Publicaciones, 1982), 61-62.



relativos a la anatomía; y, a destacar, en la décima figuras de cera para la enseñanza anatómica. Un total de diez cajas y más de medio millar de piezas entre instrumentos y figuras, de lo que se deduce que la colección, en su conjunto, hubo de ser la mejor existente en la España de la Ilustración<sup>43</sup>.

Todo este material quedó al cuidado y limpieza del propio José Fernández que recibía por ello, diariamente, seis reales de vellón. El recinto estuvo al cuidado del Maestro de Anatomía que inventariaría las piezas y procuraría su mantenimiento<sup>44</sup>.

Desde su nombramiento, uno de los principales objetivos de Gimbernat fue el desarrollo y crecimiento del Gabinete Anatómico y Patológico del Real Colegio de Cirugía de San Carlos. Fue inspiradora la colección del cirujano inglés, John Hunter<sup>45</sup>, de cerca de mil trescientas piezas de ceras anatómicas. Gimbernat señaló el deseo de adquirir alguna de ellas para Madrid<sup>46</sup>. Cuando estuvo pensionado en París dirigió, junto a Rivas, la elaboración de doce figuras de anatomía en cera, cuyo disector fue Ignacio Lacaba<sup>47</sup>. De todo ello se deduce su interés en desarrollar una colección similar en España. Por tanto cabe la posibilidad de que no todas las esculturas que componen la colección del antiguo Colegio madrileño hayan sido elaboradas en él. En el *Libro de cuentas del Real Colegio de San Carlos* se recogen algunos pagos referidos al coste de piezas anatómicas en cera<sup>48</sup>, que no se sabe si se destinaron a la adquisición de materiales para la elaboración de las figuras o a la compra de modelos pertenecientes a otros talleres de fuera de España.

---

<sup>43</sup> Riera, *Anatomía...*, 58.

<sup>44</sup> Usandizaga, *Historia...*, 60.

<sup>45</sup> John Hunter (1728-1793) trabajó con su hermano anatomista, William. En 1783 se mudó a Leicester Square, en Londres, donde abrió su colección de preparaciones y rarezas al público en forma de museo. Hay datos de la existencia de esta fabulosa *Colección Anatómica* de Hunter que fue parcialmente destruida, al parecer, por una bomba, en los ataques aéreos de Londres de 1941. Usandizaga, *Historia...*, 11.

De esta colección hoy se conservan alrededor de 3500 piezas custodiadas en el Hunterian Museum del Royal College of Surgeons de Londres. Acceso el 27 de febrero de 2015, <https://www.rcseng.ac.uk/museums/hunterian/history/collections.html>

<sup>46</sup> Salcedo, *Obras...*, Tomo primero, 237.

<sup>47</sup> Jesusa Vega, *Ciencia, Arte e Ilusión en la España Ilustrada* (Madrid: Polifemo, 2010), 455.

<sup>48</sup> *Libro de cuentas: entradas y salidas del caudal de dotación señalado al R[ea]l Colegio de San Carlos, establecido en Madrid: año de 1787 (-1815)*. BH MSS 927 (Manuscrito). Sin paginar.

Se precisaba la contratación de un escultor brillante en el tratamiento de la cera, y un modelador exquisito de la misma. Mientras tanto Gimbernát proveía al centro de piezas naturales y artificiales de calidad<sup>49</sup>. Citan Bonélls y Lacaba (1789) que los artífices habían de estar perfectamente instruidos en la anatomía teórica y en la práctica, en el arte de saber dibujar y modelar para poder trabajar diferentes partes de las que no se pueden sacar moldes<sup>50</sup>.

Debían dominar el modelado del yeso, el acoplamiento de los moldes y su vaciado. Y saber presentar las pastas de cera coloreándolas según resultara adecuado,

Con estos requisitos, y el de un genio inventor, no hay parte conocida hasta ahora en el cuerpo humano, cuya figura, tamaño y color no se pueda imitar en cera, con tanta propiedad que apenas se distingan de las naturales [...] <sup>51</sup>.

Como puede leerse en el *Libro de representaciones*, el puesto de modelador en el gabinete del Colegio le fue dado al escultor y profesor en la materia, Juan Cháez según Orden de Pedro de Lesera, Gimbernát y Rivas, dirigida a S. M. en El Pardo el 28 de Febrero de 1788:

[...] solicitando se le coloque en el Colegio de Cirugía pa[ra] moldar y pintar las piezas Anatómicas en cera [...] <sup>52</sup>,

bajo las órdenes de Lacaba<sup>53</sup>:

---

<sup>49</sup> Salcedo, *Obras...*, Tomo primero, 237.

<sup>50</sup> Jaime Bonélls e Ignacio Lacaba, *Curso completo de anatomía del cuerpo humano* (Madrid: Oficina de D. Francisco Martínez Dávila, impresor de cámara de S. M., 1820), 303.

<sup>51</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

<sup>52</sup> *Libro de representac[iones], respuestasy orde[nanzas]*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>53</sup> Lacaba (1745-1815) fue disector en el Real Colegio de Cirugía de San Carlos hasta febrero de 1789, en que su plaza queda vacante al ser promocionada por S. M. a la Cátedra de Anatomía del Colegio (*Libro de representaciones, respuestas y ordenanzas*, 1787-1817). Fue autor en 1796, junto a Bonélls, de un tratado en la materia que fue el seguido por muchas universidades españolas durante largo tiempo, ya que suponía un

He dado cuenta al Rey de lo q[u]e han expuesto Vms en 23 del corr[ien]te mes, sobre instancia de Dn. Juan Chaez, profesor de Escultura, manifestando q[u]e este podrá ser útil en el R[ea]l Colegio de Cirugía de Madrid, trabajando de acuerdo con el Disector Dn. Ignacio Lacaba baxo la direccion de Vms pa[ra] dar á las piezas anatomizadas por Lacaba un remate muy parecido al natural p[o]r su notoria habilidad en este punto, pudiendo tambien servir p[a]ra moldar piezas del natural; y en su vista quiere S. M. q[u]e se valgan Vms de Dn. Juan Chaez pa[ra] los fines y en los términos q[u]e expresan [...] Aranjuez á 30 de Abril de 1788 [...] <sup>54</sup>.

Orden de la que es inmediatamente deducible que, quizás, los primeros trabajadores de piezas de cera del gabinete fueron los mencionados Cháez y Lacaba. El escultor recibiría de la Corona, según se recoge en este legajo y en la *Copia de Reales Órdenes*, con fecha de jueves 26 de marzo de 1789, quinientos ducados anuales por su trabajo a condición de

[...] presentar siempre certificacion de Dn. Antonio Gimbernat, q[u]e acredite el desempeño de su obligacion [...] <sup>55</sup>.

Desgranando los antiguos manuscritos del Colegio puede afinarse mucho en la información sobre el funcionamiento y desarrollo del gabinete año tras año. En uno de los *Libros de Cuentas* se constata que, el 13 de septiembre de 1786, se le pagan a Lacaba 28.231 reales de vellón por doce piezas anatómicas de cera, modelos de yeso, moldes, colores, peanas y utensilios (fig. 4). Asimismo, se debe de estar preparando la urna, referida como *caxon*, de una de las *venus médicas*, pues aparece un pago de 30 de diciembre del mismo año, de 8.182 reales de vellón a un *maestro cerrajero* por el herraje de la caja, y otro de 8.342 por *la madera hechura y varas del mismo caxon* a un *maestro carpintero*. Luego bien se podría ubicar el inicio de la elaboración de estas piezas a partir

---

tremendo avance frente a escritos anteriores (ver nota 50). Un año después, en 1797 fue nombrado Cirujano de Cámara.

<sup>54</sup> *Libro de cuentas: entradas y salidas del caudal*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>55</sup> *Copia de [Reales] Órdenes, representaciones y respuestas: 1787 a 179[9]*. Madrid, 1787-1806. (BH MSS 928) (Manuscrito). Sin paginar.

de finales de 1786 o principios de 1787<sup>56</sup>. En este último año, según consta en el *Memorial Literario, instructivo y curioso de la corte de Madrid*, existe en las dependencias del gabinete una figura femenina en pie, anatomizada por Lacaba bajo la dirección de Gimbernát, denominada *Venus de Médicis* que fue mostrada el 21 de diciembre de ese mismo año a los entonces príncipes de España:

Del Mérito de este Profesor hicimos mencion en el memorial literario de Julio de [17]86 donde anunciamos otras primorosas piezas trabajadas por él mismo, Director Anatómico del Real Colegio de Cirugia de esta Corte las penosas t[a]reas á que últimamente se dedica, acompañado del Director del mismo Colegio D. Antonio de Gimbernát, tuvieron el honor de presentar á los Serenissimos Príncipes nuestros señores el dia 21 de Diciembre del año próximo la famosa Venus de Medicis, que baxo la dirección de D. Antonio trabajó y anatomizó en cera<sup>57</sup>.

Es probable que las primeras piezas en cera de la colección fuesen realizadas en cera por el que luego sería disector, Lacaba, aunque no se tiene certeza sobre ello, tan sólo se trata de una conjetura. Cuando éste estuvo pensionado en París aprendió a diseccionar y realizó figuras en cera. De hecho, la presente pieza es completamente diferente a las restantes de la colección *Javier Puerta* y está realizada al estilo de la escuela francesa. A título de curiosidad, mencionar que en una descripción encontrada en el *Memorial literario de la Corte de Madrid de Enero de 1787*, se hace referencia a *la vena espermática* y *los vasos espermáticos*<sup>58</sup> al describir su aparato reproductor. Ello se debe a que, en esa época, la figura masculina dominaba la anatomía; por tal motivo el *modelo de la mujer como hombre* fue autoritario hasta la aparición de la ciencia moderna, bajo la influencia de la obra de Aristóteles y Galeno, en relación a los compendios árabes que la

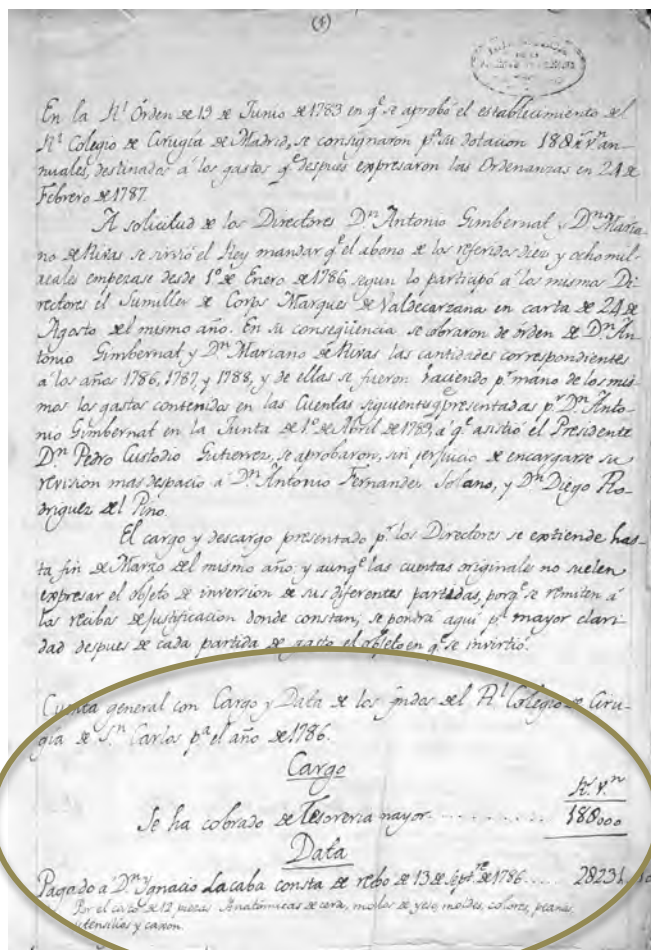
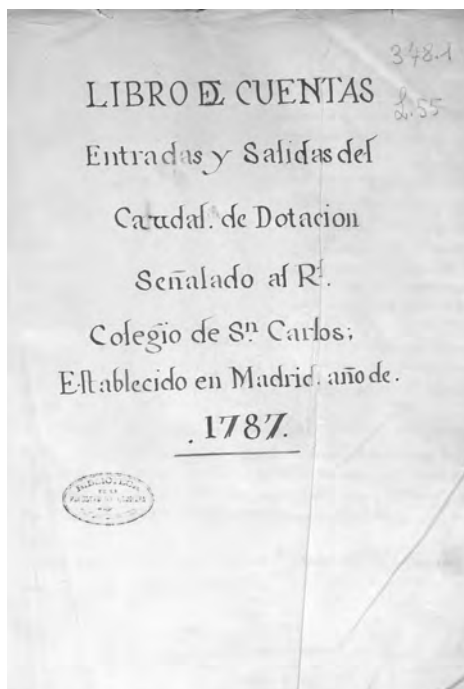
---

<sup>56</sup> *Libro de cuentas: entradas y salidas del caudal*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>57</sup> *Memorial literario, instructivo y curioso de la corte de Madrid*. Enero de 1787. Número XXX-VII. Tomo X. Imprenta Real, 104.

<sup>58</sup> *Memorial literario*, 106-107.

transmitieron, y las traducciones latinas<sup>59</sup>. Ya en el siglo XVII comenzó el interés por establecer diferencias filosóficas y anatómicas entre el hombre y la mujer.



**FIGS. 3 y 4:** Libro de Cuentas del Real Colegio de San Carlos. Portada y una de sus págs. donde consta el pago a Lacaba de 28231 reales de vellón por 12 piezas anatómicas de cera, utensilios, moldes de yeso, peanas, utensilios y cajón. BH MSS 926.

Juan Cháez, nacido en Málaga hacia 1750, se formó en algún taller local bajo las órdenes de Fernando Ortiz o de Pedro Asensio, que eran conocidos por el modelado de figuras en barro. Su traslado a Madrid pudo deberse al éxito que alcanzó interviniendo en la decoración de los jardines de la finca de Santo Tomás de Churriana, lo que le permitió entrar en contacto con el Real Infante Luis Antonio de Borbón, para el que realizó trabajos en 1783<sup>60</sup>. Hacia 1785 el artista solicitó participar

<sup>59</sup> Thomas Laqueur, *La construcción del sexo: cuerpo y género desde los orígenes hasta Freud* (Madrid: Cátedra, 1994), 24.

<sup>60</sup> El 9 de diciembre de 1783 comienza a recibir un sueldo anual de 12.000 reales de vellón por sus trabajos al servicio de este noble. Sánchez Ortiz et al., «Entre la Ciencia y el Arte. Ceroplástica anatómica para el Real Colegio de Cirugía de San Carlos (1786-1805)», 342, 343.

[...] en la ejecución de alguna colección de obras, en la cual haya grupos, figuras sueltas, bajorrelieves, bustos y demás adornos que representen aquellos pasajes de historias capaces de servir de instrucción, así como todas las operaciones prácticas de las Artes y Ciencias que puedan demostrar el camino para conseguir sus fines<sup>61</sup>.

Alcanzó en la época un buen renombre como escultor, siendo sus creaciones apreciadas por importantes personajes de entonces.

Igualmente, S. M. concede a Luigi Franchesqui, natural del Ducado de la Toscana, concretamente de la ciudad de Volterra, conocido en la época como *artífice o constructor de piezas de cera*, el puesto de cero-escultor del gabinete de San Carlos (fig. 5), en 1790<sup>62</sup>, con un salario superior de 600 ducados anuales, suma otorgada el 13 de octubre del mismo año, según se recoge en el manuscrito *Copia de Reales Órdenes*. Se cita en el *Libro de representaciones*:

Y es la voluntad de S. M. q[u]e el dicho Franceschi ha de trabajar la citada colección en el Disector Anatómico Dn. Ignacio Lacaba, estando uno y otro á las órdenes de Vm, y executándolo todo con el modo y forma q[u]e Vm les prevenga y q[u]e pa[ra] q[u]e Franceschi cobre en Tesorería ha de presentar certificacion mensual de Vm q[u]e acredite haber cumplido exâctam[en]te su obligacion<sup>63</sup>.

---

<sup>61</sup> Jesús Urrea, «La corrida de toros vista por el escultor Juan Cháez», en *Del mito al ritual* (España: Taurus, 2010), 136.

<sup>62</sup> José Aparicio Simón, *Historia del Real Colegio de San Carlos de Madrid* (tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 1956), 47.

<sup>63</sup> *Copia de [Reales] Órdenes, representaciones y respuestas*, (Manuscrito). Sin paginar.



**FIG. 5.-** Base de la peana de madera de un feto de la Colección en que aparece el nombre de Franchesqui en blanco, escritura de época. Colección obstétrica en cera del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

Franchesqui y Cháez trabajarán en estrecha colaboración durante unos años y un tiempo después, el italiano lo hará sólo<sup>64</sup>.

Usandizaga insiste en que la primera figura nombrada en los documentos de archivo -la escultura de cuerpo entero a término (fig. 6), que él define como *Mujer a término yacente o Parturienta con el vientre abierto*-, es obra sólo del español<sup>65</sup>; sin embargo, es curioso que en un escrito posterior se contradiga al escribir, a pie de la imagen correspondiente a la susodicha pieza:

«Ejecutada bajo la dirección de Lacaba por los escultores Juan de Chaez y Franceschi»<sup>66</sup>.

---

<sup>64</sup> García del Real, *Los anatómicos...*, 156-157.

<sup>65</sup> Manuel Usandizaga, *Historia de la obstetricia y de la ginecología en España* (Santander, 1944), 235.

<sup>66</sup> Usandizaga, *Historia...*, 69.

En la *Gaceta Oficial del Colegio*, del viernes 12 de noviembre de 1790, puede leerse una minuciosa descripción de esta Venus:

[...] se ha construido una primorosa figura, que representa con toda propiedad una mujer muerta al noveno mes de preñada. En ella se ve, abierto el vientre, la natural posición y volumen del útero grávido, e igualmente la situación del hígado, estómago, omento e intestinos, con los vasos sanguíneos, según ha quedado después de la disección<sup>67</sup>.

Indicando que la autoría de la misma corresponde, en el modelado, a Cháez y que fue vaciada y ejecutada en cera por Franchesqui, dirigidos en la parte anatómica por el disector Lacaba y, apuntándose que el útero grávido representado en la misma se inspiró en las láminas de Hunter.

En este mismo escrito se atribuye la figura de *feto de cuatro meses* en exclusiva a Lacaba. Si bien no es nombrada en el listado creado por Usandizaga, en 1944, sí existe en la colección *Javier Puerta*<sup>68</sup>. Aparece descrita como sigue:

[...] En ésta se demuestra el tamaño y situación propia de un feto de cuatro meses y de las demás partes anexas a él, y la estructura anatómica de toda la pelvis y sus relaciones con los lomos y los músculos que mueven el fémur, alguno de los motores de la pierna, los nervios lumbares y sus prolongaciones, y las numerosas ramificaciones de arterias y venas se distribuyen desde la última vértebra dorsal hasta la mitad del muslo<sup>69</sup>.

La actividad continúa, se encargan herramientas y colores molidos al óleo para inyecciones por valor de 8.200 reales de vellón. Consta un recibo de 23 de septiembre de 1787, de 28.000 reales de vellón por seis piezas anatómicas de cera más, encargadas a

---

<sup>67</sup> Gaceta Oficial del Colegio del viernes 12 de noviembre de 1790. García del Real, *Los anatómicos...*, 750-752.

<sup>68</sup> La denominación de Museo de Anatomía "Javier Puerta" surge tras el fallecimiento, en 2004, del Prof. Javier Puerta, como homenaje al que ha sido maestro de muchos de los actuales profesores de anatomía de esta Facultad.

<sup>69</sup> García del Real, *Los anatómicos...*, 750-752.



Lacaba, y otros tantos utensilios para el anfiteatro. Hacia 1787 se recoge en el *Libro de representaciones* una *Real Orden pidiendo un informe sobre los progresos del Colegio*, su estado en ese momento y la posibilidad o necesidad de que reciba mejoras. De la misma se destacan los siguientes avances:

La formacion del Gabinete Anatómico y Patológico q[u]e se encargó muy estrecham[en]te en las Ordenanzas, se halla muy adelantada, así en piezas naturales simples y preparadas, como en artificiales de cera<sup>70</sup>.

Michel Burke apunta la adquisición, en ese año, de dos volúmenes firmados por D'Agoty con grabados anatómicos<sup>71</sup>.

A finales del siglo XVIII, por orden de Gimbernát se ejecuta la colección de obstetricia en cera del gabinete de San Carlos que habrá de incluir presentaciones fetales de los nueve meses de gestación y operaciones obstétricas, una colección que

[...] proporcione conocimientos de la mayor utilidad, y considerando el Disector D. Antonio de Gimbernát que entre nosotros, por justos motivos, no se pueden demostrar en los cadáveres las varias situaciones del feto en los diferentes estados de la preñez, y que estas nociones son precisas para los facultativos que se dedican al arte de la Obstetricia [...] <sup>72</sup>.

De lo que se infiere ese interés por crear elementos que puedan ayudar al anatómico en sus lecciones en la formación de médicos, obstetras y cirujanos.

Esta serie de esculturas son obra de Cháez y Franchesqui. Según las fuentes consultadas se deduce que colaboraron en la creación de dichas figuras anatómicas, bajo la dirección

---

<sup>70</sup> *Libro de representac[i]ones*, *respuestas y orden[anzas]*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>71</sup> Jaques Fabian Gauthier, D'Agoty, *Exposition Anatomique de la Structure Du Corp Humain* (Marseille: Chez M. Vial. De l'Imprimerie d'Antoine Favet, Imprimeur du Roi, de la Ville & Librairie fur le Port, 1759) en Burke, *The Royal...*, 83.

<sup>72</sup> Gaceta Oficial del Colegio del viernes 12 de noviembre de 1790. García del Real, *Los anatómicos...*, 750-752.

del disector Lacaba<sup>73</sup>. Cháez modeló las piezas, probablemente en barro, y Franchesqui las reprodujo en cera. Usandizaga recoge en su *Historia de la Obstetricia en España*, a modo de listado, las preparaciones que encargó Gimbernat; a saber: *Grávida a término, Embarazo de tres meses, Embarazo de cinco meses, Útero grávido a término, Embarazo gemelar, Cabeza por encima del estrecho superior, Cabeza encajada sin rotar, Cabeza encajada en posición occípito-pubiana, Cabeza encajada en posición occípito-sacra, Cabeza encajada en probable presentación bregmática y Presentación de nalgas*<sup>74</sup>.

Ya se cuenta con cincuenta y siete esculturas entre las que destaca la colección sobre los distintos estados de la preñez desde la concepción hasta el parto, las varias posiciones del feto dentro de la matriz, y su comunicación con la madre,

[...] circunstancias todas esencialísimas pa[ra] el acierto en la práctica de los Partos, y q[u]e en esta colección se presentan de bulto y al natural, bastando la sola inspeccion pa[ra] entenderlas mas clara y distintam[en]te q[u]e cuanto sin ella pudiera conseguirse con un profundo estudio. Para complem[en]to de esta materia se estan concluyendo en cera varias piezas q[u]e manifiestan progresos del Parto natural, y todas las especies de los trabajosos y preternaturales [...]<sup>75</sup>.

Se resalta la calidad alcanzada por los artífices, lo que contribuye a que esta colección se sitúe entre las mejores de Europa. A partir de este mismo año, hay constancia de que Franchesqui elaboró piezas para la Universidad de Alcalá con permiso de Carlos III. En general, se le dio la libertad de trabajar para particulares como indica el *Libro de representaciones de 1787 a 1817* del Colegio, con fecha de 26 de febrero,

---

<sup>73</sup> García del Real, *Los anatómicos...*, 750-752.

<sup>74</sup> Usandizaga, *Historia...*, 60.

<sup>75</sup> *Libro de representac[i]ones*], respuestas y orden[anzas], (Manuscrito). Sin paginar.

[...] pero con tal q[u]e ninguna salga del Colegio sin haberla reconocido antes su Disector Dn. Ignacio Lacaba, y habrá de realizarlas en [...] las horas libres de su obligación<sup>76</sup>.

También hay encargo en el *Libro de cuentas* de piezas de cera y mantenimiento del anfiteatro, y compra de todo cuanto se necesite para el trabajo de gabinete, con fecha de 8 de julio de 1788, por la suma de 18.873 reales de vellón a Lacaba y, el no menos curioso, de 200 reales de vellón a los enterradores. Como ya se ha apuntado, en la Real Orden de 1787, el monarca expresaba su conformidad con el uso de cuantos cadáveres fueran necesarios del Hospital, a fin de crear la colección de cera y demás preparaciones. El gabinete se iba así aprovisionando de todo el material adecuado para el trabajo y, a título de detalle, puede leerse en el *Libro de Cuentas* que, el 30 de agosto de 1788, se le pagaron a Josef García, 8.910 reales de vellón por una mesa para el escultor.

En 1789, la actividad continúa creciendo como puede deducirse por la citación en el *Libro de cuentas* del pago realizado al disector jefe, de 8.300 reales de vellón, por gastos de piezas de cera, con recibo de 9 de marzo. Una anotación posterior, del 23 de diciembre, indica la adquisición por Cháez, de bermellón y yeso para el modelado de las figuras por 8.090 reales de vellón, suma que resulta algo exagerada en relación a otros gastos, también menos definidos, del gabinete. La elaboración de *La Parturienta* parece ser que prosigue dado que, a cuenta de la misma, Lacaba percibe 8.173 reales de vellón el 30 de diciembre.

---

<sup>76</sup> *Libro de representac[i]ones, respuestas y orden[anzas]*, (Manuscrito). Sin paginar.



**FIG. 6.-** *Mujer a término yacente o Parturienta con el vientre abierto. Cera. Museo Javier Puerta de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.*

La complejidad técnica de esta escultura explica que los documentos escritos vuelvan a recoger otros pagos; así, el 29 de diciembre, según queda anotado en el *Libro de cuentas*, la pieza ha generado un gasto en ese año de 18.074 reales de vellón. Al día siguiente hay un apunte

«Al mismo (se refiere a Lacaba) p[o]r una pieza q[u]e figura un útero grávido... 8.267 [reales de vellón]»<sup>77</sup>.

que puede referirse a la *embarazada a término*, tal y como se la describe.

En abril de 1791, y según declara el *Libro de Acuerdos de 1787-1804*<sup>78</sup>, por Real Orden del día 22, se impide trabajar al equipo completo de artífices en otros encargos hasta concluirse la colección de piezas anatómicas del Colegio, y se indica que, cuando así lo hagan será siempre en beneficio de San Carlos. Esto confirma que todavía Lacaba, Cháez y Franchesqui trabajan en equipo, generando por piezas de cera unos gastos de 18.426 reales de vellón<sup>79</sup>.

En 1792, como recoge la *Copia de Reales Órdenes*, comienza a pensarse en el diseño de una mesa que sirva de depósito para algunas preparaciones anatómicas, y se requiere la presentación del mismo a algunos peritos para que establezcan si el coste solicitado por tal trabajo es justo. En ese mismo año se acuerda

[...] dividir con un tabique la sala de Diseccion desuerte q[ue] la ventana contigua al Gabinete quede comprendida en el nuevo quarto, el qual se extenderá hasta cerca de la Fuente, para que se puedan trabajar las piezas de cera, sin embarazar el Gabinete, sin estorvarse mutua[m]e[nt]e los q[ue] manipulan cera y los q[ue] disecan<sup>80</sup>.

Así que, tal y como imaginábamos, la sala de disección y el gabinete donde se trabajaban las piezas, eran contiguas.

---

<sup>77</sup> *Libro de cuentas: entradas y salidas del caudal*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>78</sup> *Libro de Acuerdos para el R[ea]l Colegio de Cirugía de S[a]n Carlos establecido en Madrid, año de 1787 Madrid, 1787-1804 (BH MSS 930)* (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>79</sup> *Libro de cuentas: entradas y salidas del caudal*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>80</sup> *Copia de [Reales] Órdenes, representaciones y respuestas*, (Manuscrito). Sin paginar.

El gabinete y sus piezas de cera siguen generando costes durante 1792 y en los tres años siguientes, que ascienden a 18.979, 18.449, 28.253 y 30.572 reales de vellón, respectivamente, según se anota en el *Libro de Cuentas*.

Se decidió, tal y como figura en la *Copia de Reales Órdenes*, el 18 de octubre de 1793, que algunas de las láminas de D'Agothy<sup>81</sup> se colocarían en la sala de Juntas, guarneciéndolas con marcos y cristales entrefinos.

Del mismo documento se deduce que hay todo un conjunto de especialistas en el gabinete que colaboran con Lacaba, Cháez y Franchesqui, como lo atestiguan los destinados a sus labores y que se le pide al italiano que realice, en ausencia del disector jefe, entre enero y febrero de 1794. Hay constancia, por el *Libro de Cuentas*, de que se ha llevado a cabo una pieza grande -suponemos que de tamaño natural-, de miología, que bien podría ser la que hoy se conserva en el Museo de Anatomía de la Facultad de Medicina de Madrid. La pieza de *La Parturienta* puede estar ya finalizada, pues se hace un gasto de 878 reales de vellón, para una urna donde custodiarla, con recibo de 6 de noviembre y pago efectuado a Francisco Amich<sup>82</sup>.

Como puede observarse en las láminas de Hunter y Smellié (ver fig. 14 del capítulo II del presente estudio, y figs. 9, 11, 13), en que pensamos, se inspiraron las piezas de la serie de obstetricia, hay imágenes de partos asistidos con fórceps y, efectivamente, se adquieren unos del instrumentalista Tomas Maseras por 80 reales de vellón, el 4 de marzo de 1795, con el fin de aplicarlos a un modelo de cera. En 1795, según aparece en la *Copia de Reales Órdenes*, se aprueba la compra, propuesta por él mismo, de materiales para los trabajos de disección, gabinete y conservación de las piezas en él existentes, detallándose dos carros de carbón y aguardiente. Nótese que no sólo hay un interés por crear sino también por mantener en las condiciones más adecuadas las figuras. Así, por ejemplo, en los años de 1795 y de 1796 se hace referencia, en casi todos los manuscritos conservados sobre las actividades de gabinete de San Carlos, a la necesidad imperante

---

<sup>81</sup> Como ya se ha indicado se adquirieron, según los documentos de archivo, en 1786.

<sup>82</sup> *Copia de [Reales] Órdenes, representaciones y respuestas*, (Manuscrito). Sin paginar.

de poner unos cristales entrefinos y sin plomos a la urna de la estatua de miología en cera que en ese momento ya sufría deterioros aún habiendo sido finalizada hacía tan solo unos meses. Tras mucho papeleo y discusión generados, tales cristales son aprobados en febrero de 1797, pero serán normales y emplomados. En el mismo mes y año se propone una remodelación de la disposición del gabinete, y se construyen armarios específicos para las piezas en cera, que hasta ahora ubicadas en cajones, en mitad de la estancia, entorpecían el trabajo.

En octubre de 1797, se encarga a Franchesqui que, una vez concluida la colección de partos, efectúe en cera las vísceras y un esqueleto mostrando los ligamentos<sup>83</sup>. En esos momentos, la plaza de disector la ocupa Sebastián Aso, quién la obtuvo por oposición.

Al haber dejado Lacaba su plaza tras diez años de colaboración con Cháez y Franchesqui, los pagos comienzan,- según constata el *Libro de Cuentas* -, a estar a nombre del artista malagueño, y, en otros casos, la mayoría de ellos, del italiano, por gastos de gabinete en lo referente a la creación de modelos. La colección sigue completándose con nuevas figuras. Durante los años 1797, 1798 y 1799, las cantidades apuntadas ascienden a sumas muy inferiores a las anotadas en años anteriores, concretamente de 2.105 reales de vellón en 1797, 1.310 en 1798 y 9.120 en marzo de 1799. Asimismo, hay datos que sugieren, en 1799, trabajos de remodelación en la estancia para mejorar el espacio donde ubicar nuevas figuras de cera; de ello se puede deducir la intención de continuar con la colección<sup>84</sup>.

En enero de 1801, fecha en que se vuelve a tener noticia en el *Libro de Acuerdos* de la actividad del gabinete, se les sube el salario a Cháez y Franchesqui, hasta 700 y 1000 ducados, respectivamente<sup>85</sup>. El *Libro de Cuentas* recoge la continuidad de la labor creadora a lo largo de los años 1801 a 1806, sin interrupción, con mención, en diciembre de 1803, de la elaboración de una pieza que muestra los vasos linfáticos.

---

<sup>83</sup> *Acuerdos*. Madrid, 1796-1800. (BH MSS 929) (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>84</sup> *Acuerdos*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>85</sup> *Libro de Acuerdos para el R[ea]l Colegio*, (Manuscrito). Sin paginar.

Por *Real Orden de 21 de mayo de 1806*, se separa a Cháez del gabinete con un salario reducido a 200 ducados y se contrata, como ayudantes de Franchesqui, a Antonio del Bosque y a Dionisio Berger. Ambos habrán de aprender el oficio instruidos por el italiano, e inclusive formarse en dibujo y en anatomía, tanto en la teoría como en la práctica, con dotaciones de 500 y 200 ducados<sup>86</sup>. Han sido un total de veinte años de trabajo conjunto del escultor español y el cero-escultor natural de Volterra.

Un año después, por *Real Orden de 8 de febrero*, se desestimaría el ofrecimiento de la Universidad de Bolonia para crear, en San Carlos, una colección realizada por el médico, cirujano y profesor de anatomía Juan Bautista Guadrí, al estilo de las existentes en Pavía y Berlín. El motivo era claro: Madrid ya poseía una estupenda colección y un maravilloso equipo trabajando para el Colegio de Cirugía<sup>87</sup>.

El último apunte sobre los movimientos del gabinete data del año 1815, en el cual Sebastián Aso de Marchena ocupa la plaza de segundo ayudante bajo la dirección del disector Ramón Trujillo, según ha quedado constancia en el *Libro de Representaciones*<sup>88</sup>. Y, a partir de este año, los manuscritos se ven interrumpidos y se continúan unas tras otras sus páginas en blanco, cerrándose el Colegio en el año 1928.

### 3.3.-REFORMA DE 1799-1800 EN SAN CARLOS. LA UNIVERSIDAD DE MADRID

La reforma (que terminaría en tiempos de Fernando VII en 1814) consistiría en la unificación de las profesiones de cirugía, medicina y farmacia, promulgada por Gimbernat; quien redactó personalmente el nuevo plan de estudios para las escuelas Reales de Medicina y Cirugía. Así, en febrero de 1799, la Corona une en una misma Institución, la Escuela Real de Medicina Práctica y el Colegio de San Carlos, a cargo de la

---

<sup>86</sup> *Copia de [Reales] Órdenes, representaciones y respuestas*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>87</sup> *Libro de representac [iones], respuestas y orden[anzas]*, (Manuscrito). Sin paginar.

<sup>88</sup> *Libro de representac [iones], respuestas y orden[anzas]*, (Manuscrito). Sin paginar.



Junta Administrativa Superior de los Reales Colegios de Cirugía. Si bien, como apunta Burke

[...] Durante los siguientes treinta años cada gobierno liberal que llegaba al poder uniría las dos facultades, y cada gobierno conservador las separaría, casi como una cuestión de rutina<sup>89</sup>.

En 1828, la Corona efectúa la unión definitiva de Medicina y Cirugía. Se escriben las nuevas regulaciones, por primera vez en 1822, para modernizar la educación médica, en respuesta a una Orden de las Cortes. Se renovarán, en 1928, por Pedro Castelló, para las escuelas y facultades médicas universitarias.

La normalización de los estudios comenzaría en 1835 bajo una comisión de profesores y administradores entre los que figuró el propio Castelló. La Corona, finalmente, crea la Universidad Nacional de Madrid, que abrió sus puertas en octubre de 1845:

La facultad de Medicina de la Universidad de Madrid fue la escuela que una vez se había conocido como Real Colegio de San Carlos<sup>90</sup>.

### **3.4.-EL PLAN DE EDUCACIÓN MOYANO**

Con vistas a mejorar la formación en los colegios de cirugía y universidades, una *Real Cédula de 28 de septiembre de 1801* dispone que se mejoren los planes de estudio. Se propone actualizarlos y potenciar la enseñanza clínico-práctica reforzada por la ejecución asidua de disecciones. El plan a establecer en España, denominado Moyano, estará basado en el Plan Pidal que se impuso en Santiago, ya en 1845. Este nuevo reglamento para las facultades de medicina entrará en vigor en 1857<sup>91</sup>.

---

<sup>89</sup> Burke, *The Royal...*, 146, 147.

<sup>90</sup> Burke, *The Royal...*, 186.

<sup>91</sup> Delfín García Guerra, *La Facultad de Medicina de Santiago en el siglo XIX* (Universidad de Santiago de Compostela, 2001), 113.

Se recogen, a continuación, algunas de las recomendaciones convenidas en las *Instrucciones generales sobre el orden y método de enseñanza en las facultades médicas del Reino*, que posibilitan tener una idea clara de los nuevos e innovadores planteamientos. El catedrático de anatomía dará sus lecciones mostrando sobre los huesos o el cadáver las diversas particularidades de configuración, estructura, etc. de las partes que explique, y sirviéndose de preparaciones artificiales o de láminas cuando lo tuviese por conveniente. El profesor de fisiología debía explicar la anatomía comparada al mismo tiempo que la humana, siendo sus lecciones en parte teóricas y en parte experimentales, para lo cual se harían frecuentemente disecciones, repitiendo al menos los experimentos principales y más importantes hechos hasta el momento para ilustrar la doctrina de las funciones del cuerpo humano.

En el tercer curso, con un carácter eminentemente práctico, se instruiría al alumno en patología general, anatomía patológica, clínica general médica, terapéutica general, materia médica y en el arte de recetar. Los estudiantes, además, debían asistir a los ejercicios de disección. Gran importancia adquiría una nueva disciplina, la patología general, que permitía un primer contacto con la clínica. El catedrático de la misma instruía a sus alumnos en los elementos de esta parte de la anatomía, explicándoles las especies generales de lesiones orgánicas y sus caracteres distintivos. Se pretendía con ello formarlos en la comprensión de todo cuanto les explicasen los catedráticos de clínica, obstetricia y toxicología acerca de la anatomía patológica especial. Las lecciones siempre habrán de ser prácticas, bien por medio de preparaciones naturales o de las artificiales en cera, cartón, piedra u otras materias, bien a través del cadáver, cuando fuera posible.

Los catedráticos de obstetricia,

[...] se valdrán de piezas naturales y artificiales, así como también del maniquí, para ilustrar sus lecciones, dando a conocer a sus discípulos los instrumentos

usados, tanto en las operaciones peculiares a la obstetricia, como para fijar el diagnóstico de los males propios del sexo femenino<sup>92</sup>.

Se prioriza la enseñanza clínica en que el alumno, finalizado su aprendizaje teórico, toma contacto con el enfermo, con el cuerpo real. España, en este aspecto, se encontraba retrasada en medio siglo, si se tiene en cuenta que la enseñanza clínica de carácter estatal, ya había comenzado en otros países en 1795. Los alumnos habrán de asistir a ejercicios de disección y se concede una gran importancia a los gabinetes científicos en pro de aumentar el material didáctico, lo cual incentivará el crecimiento de los mismos. Así, las *Instrucciones para el servicio de anatomía práctica en las facultades de Medicina*, indican:

El servicio de preparaciones naturales consistirá en la preparación y formación de las piezas de esta especie con que han de formarse, aumentarse y reponerse los gabinetes, y con que se han de hacer colecciones completas y numerosas a fin de que los Catedráticos de las diversas partes de la anatomía y los de fisiología, patología, operaciones, obstetricia y medicina legal puedan siempre tener ejemplares suficientes de las piezas que necesiten para hacer prácticas las explicaciones<sup>93</sup>.

De hecho, el servicio de preparaciones artificiales consistirá en la fabricación de modelos de toda especie que puedan suplir a los naturales. Y se añade que la conservación de las piezas naturales y artificiales consistirá en la custodia y conservación de estas piezas en los gabinetes.

A partir de ahora, se instaure la que será la Facultad de Medicina de Madrid la que provea al resto de facultades de piezas artificiales, creando modelos que permitan la realización de copias de calidad.

---

<sup>92</sup> García Guerra, *La Facultad...*, 114.

<sup>93</sup> García Guerra, *La Facultad...*, 180.

### 3.5.-LA COLECCIÓN DE CEROPLÁSTICA HEREDADA POR EL MUSEO *JAVIER PUERTA*

El Museo Anatómico ya existía en forma de gabinete en las cátedras de Anatomía cuando se crea el Real Colegio de Cirugía de San Carlos. De ahí que su primer director, Gimbernat, haga referencia en sus informes a la colección de ceras anatómicas. Cuando se fusionan los Reales Colegios de Cirugía y de Medicina Práctica, ello representa el antecedente de la Facultad de Medicina. Fue instalado, en el año 1893, en el antiguo salón de actos de la misma, por el entonces decano Julián Calleja Sánchez (1836-1913). Su futuro hubiera sido incierto sin el esfuerzo y la labor constantes de uno de sus Directores y Catedrático de Anatomía y Embriología Humana, el Prof. Javier Puerta Fonolla (1949-2004), del que recibe su nombre<sup>94</sup>. Hoy en día permanece ligado a las cátedras y a los departamentos, y ha acusado todos los traslados y avatares por los que ha pasado esta Facultad hasta su actual ubicación.

#### 3.5.1.-CLASIFICACIÓN TIPOLOGICA DE LOS MODELOS ARTIFICIALES EN CERA

Según el Prof. de Anatomía Fermín Viejo Tirado, actual Director del Museo *Javier Puerta*, no existe una clasificación oficial de sus ceras anatómicas, si bien, comenta que la colección obstétrica tendría entidad suficiente para formar un grupo, y asimismo, podrían constituir otro las piezas de tamaño humano. El resto de las figuras de cera se clasifican por aparatos y sistemas. Viejo Tirado establece los siguientes subgrupos:

- EMBARAZO

En la colección madrileña hay tres esculturas donde se muestra la región abdominal y pélvica con un útero abierto, en el que aparecen un feto de once semanas, otro de tres meses y un tercero de cinco meses. A ello se suma un embarazo gemelar a término.

---

<sup>94</sup> Museo de Anatomía «Javier Puerta», Museos Complutenses. Acceso el 19 de abril de 2015, <http://www.ucm.es>

Para ilustrar las posible patologías de esta etapa, existe una quinta escultura de abdomen y pelvis donde se observa un embarazo ectópico<sup>95</sup> en la trompa de Falopio (curiosamente es una copia del mismo feto de once semanas que se utilizó en el desarrollo normal).

- PARTO

Para esta serie los artífices se inspiraron en las láminas de los escoceses Smellié y Hunter<sup>96</sup>. Esta parte de la colección consta de una serie de esculturas que ilustran las diferentes fases de un parto normal en sus distintas presentaciones: la más común, la presentación cefálica. En cualquier caso, no es una serie completa, sino discontinua, por la pérdida de material a lo largo del tiempo. Unas visiones son anteriores y otras laterales para ilustrar mejor el proceso de giros y flexiones que realiza el feto antes de ser expulsado. En este grupo también se ilustran diferentes tipos de embarazos con vueltas de cordón y presentaciones menos comunes como la podálica<sup>97</sup>, de cara, nalgas, y una casi imposible de mano-pie-cabeza, donde se ve la mano del obstetra ayudando a la extracción.

- APARATO LOCOMOTOR

Este grupo<sup>98</sup> consta de una escultura dedicada a representar en actitud clásica el esqueleto y sus ligamentos (fig. 18). Existen otras dos donde se ilustran todos los músculos del cuerpo humano con la pared abdominal y la pared torácica intactas.

---

<sup>95</sup> Embarazo ectópico (o embarazo extrauterino). Aquél en el que el óvulo se implanta fuera del útero, especialmente en la trompa de Falopio. Acceso el 20 de diciembre de 2014, <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000895.htm>

<sup>96</sup> Véase el capítulo II del presente estudio, fig. 14. Y figs. 9, 11, 13 de este capítulo.

<sup>97</sup> Podálico, adjetivo relativo al pie, dicese de la presentación en la que el feto muestra en primer lugar los pies en el estrecho de la pelvis. Acceso el 20 de diciembre de 2014, <http://salud.doctissimo.es/diccionario-medico/podalico.html>

<sup>98</sup> Serie, se piensa, basada en las láminas de Albinus (véase capítulo II del presente estudio) en colaboración con Víctor Albrecht von Haller (1708-1777), médico y anatomista suizo, considerado el padre de la fisiología moderna. Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 308, 309.

En esas esculturas, además de los grupos musculares superficiales y profundos, también se muestran las arterias más importantes de las diferentes regiones.

- APARATO CARDIO-VASCULAR

La parte arterial aparece ilustrada en dos de las esculturas musculares. De la misma forma que el sistema muscular es representado en estas otras tres esculturas donde se retrata el sistema cardio-vascular. En las mismas, la cavidad torácica y abdominal aparecen abiertas para mostrar el corazón y sus grandes arterias y venas.

De hecho, existen hasta tres piezas donde se muestran solo el cuello y la cabeza, y en las que se describen, además de su musculatura, las arterias distribuidas por el cuello, faringe y boca.

Asimismo, hay cuatro bustos en los que el tórax está abierto, al igual que el cuello, para ver el corazón con su vasos, arteriales y venosos, distribuyéndose por las regiones cervical y facial.

- SISTEMA NERVIOSO Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

En una pieza<sup>99</sup>, dispuesta sobre un tablero negro, aparece representado el tronco del encéfalo y la médula espinal, en visiones anterior y posterior, con sus vertebras y cráneo protectores, permitiendo sólo la salida de los nervios.

En otras tres piezas, también montadas en paneles de madera, se muestra de forma simplificada el sistema nervioso con sus divisiones autónomas: simpática y parasimpática. En una de ellas se observa mayor complejidad que en las otras dos.

A ello se suman otros dos modelos con diferentes visiones de los nervios y músculos correspondientes a las extremidades superior e inferior.

---

<sup>99</sup> Está basada en las láminas de Félix Vicq-d'Azyr (1746-1794), médico y anatomista francés en su *Traité d'anatomie et de physiologie*. Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 309.

Existen seis cabezas abiertas por su calota para ilustrar lo que hay en el interior del cráneo (fig. 7). En una de ellas puede verse todo el cerebro con sus circunvoluciones. En el resto, se estudian cortes a diferentes alturas para mostrar la organización de la sustancia gris, la blanca y los ventrículos cerebrales.



**FIG. 7.-** Cabeza abierta, corte por su calota que muestra el interior. Cera. Colección de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

Esto, además, se complementa con dieciocho cortes del encéfalo, en diferentes planos, para completar la exposición de los ventrículos cerebrales, del tálamo, del tronco del encéfalo, del cerebelo y de la glándula pineal.

En relación a los órganos de los sentidos, existe una pieza de un oído, de gran tamaño, para poder ver los pequeños detalles del interior del mismo. Y el ojo aparece bien representado en una de las esculturas generales donde se muestran las divisiones del sistema nervioso encerrado en su esqueleto.

- **SISTEMA LINFÁTICO**

Esta es, quizá, una de las obras más importantes de la colección. El sistema linfático se encuentra representado, en diferentes esculturas, hasta un total de diez: tronco, cuello, cabeza, tórax y abdomen, así como las extremidades inferiores (fig. 8).



**FIG. 8.-Torso linfático.** Cera. Colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM, Madrid, España.

- ESPLACNOLOGÍA

Poco representada en el conjunto de la colección ya que sólo hay cuatro piezas que representan el aparato digestivo, respiratorio y urogenital. Todas estas esculturas aparecen asociadas a la demostración de las arterias, las venas o al sistema linfático.



### 3.5.2.-LAS ILUSTRACIONES ANATÓMICAS Y LOS MODELOS EN CERA

Es muy posible que muchos de los modelos artificiales en cera del gabinete fuesen elaborados por los cero-escultores mencionados, no a partir de disecciones pues, como ya se ha citado,

[...] por justos motivos, no se puede demostrar en los cadáveres las varias situaciones del feto en los diferentes estados de la preñez [...] <sup>100</sup>,

sino inspirándose en las láminas contenidas en algunos de los tratados de anatomía de la época. Así, en relación a la serie obstétrica existe una extraordinaria similitud con las láminas del tratado de Smellié<sup>101</sup>, *A Sett of Anatomical Tables, with Explanations and an Abridgement of the Practice of Midwifery*, publicado en 1754, que contiene grabados del inglés Charles Grinion<sup>102</sup>, a partir de los dibujos de Jan van Riemsdyk (h. 1750-1788) en la mesa de disección del cirujano<sup>103</sup>. No hay que olvidar la fama, prestigio y gran reconocimiento que alcanzó este obstetra en esa época<sup>104</sup>.

---

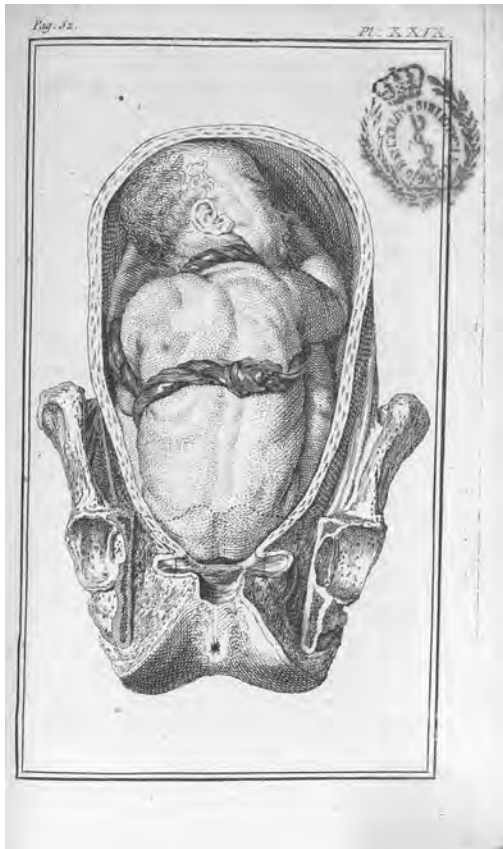
<sup>100</sup> Como ya se indicó con anterioridad en Gaceta Oficial del Colegio, del viernes 12 de noviembre, de 1790. García del Real, *Los anatómicos...*, 750-752.

<sup>101</sup> William Smellié (1697-1763) inició la enseñanza de la obstetricia en Londres en la primera mitad del siglo XVIII. Para mostrar a los estudiantes sus conocimientos durante las clases sobre prácticas ginecológicas, encargó la fabricación de maniqués revestidos de cuero.

<sup>102</sup> Charles Grinion (1717-1810) ejerció su actividad en la ciudad de Londres donde alcanzó un gran renombre gracias a su extraordinaria habilidad con el dibujo y la pureza de sus líneas.

<sup>103</sup> Lyle Massey, «Pregnancy and Pathology: Picturing Childbirth in Eighteenth-Century Obstetric Atlases», *The Art Bulletin* (2005), 77.

<sup>104</sup> El Atlas de Smellié se focaliza en la zona pélvica de la mujer. Muestra el crecimiento gestacional y las distintas situaciones del parto, incluyendo todas las dificultades posibles en la mesa de disección. Los grabados de sus ilustraciones son de una precisión máxima porque fueron realizados a partir de disecciones de cadáveres de mujeres embarazadas, que en ocasiones, él mismo practicaba. Tanto es así que sirvió de guía fiel a los obstetras del siglo XVIII en la asistencia de partos. Massey, «Pregnancy and Pathology: Picturing Childbirth in Eighteenth-Century Obstetric Atlases», 76-77, 83.



**FIG. 9.-** PL. XXIX del tratado de W. Smellie. *Observations sur les accouchemens ou suite de la theorie el pratique de cet art.* BH MED 12271.



**FIG. 10.-** *Modelo anatómico fetal.* N<sup>o</sup> inv.: 147. Escultura de tamaño natural en cera, Juan Cháez y Luigi Franchesqui, siglo XVIII. Museo de Anatomía Javier Puerta, Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

Lo que aportan los modelos anatómicos en cera a la imagen bidimensional, es pasar de ver una estructura en un sólo plano del espacio, con dos dimensiones en el dibujo, a tener una visión tridimensional en la escultura, al incluir la profundidad. Así, queda patente que el gran valor de estos artefactos en medicina es mostrar, en una sola pieza, todas las caras de una misma estructura, lo que no es posible en un grabado. Otro aspecto muy importante es el que se añade con la incorporación de pigmentos, cristal y pelo natural, lo que las dota de un gran realismo (fig. 10).

## 1.- Feto en presentación de nalgas (figs. 11 y 12).

Es una escultura que representa un corte coronal de un conjunto pélvico con un útero y cuello dilatándose, con vagina y periné; se aprecia el ano dorsalmente y en el interior del útero, un feto a término en posición de nalgas.

Da la sensación de profundidad inexistente en la lámina, pudiéndose representar aquellas estructuras ocultas por la imagen fetal, como son, en este caso, la columna vertebral, la arteria aorta acompañada de la vena cava inferior, y la musculatura y vasos de la región glútea.

Una primera lectura del modelo nos animaría a observar una gran diferencia entre la lámina y la escultura, y es que mientras Smellié representa al niño con rostro desgarrado, la pieza lo dota de una expresión tranquila y apacible que lo acerca al espectador.

La lámina, donde existe poco espacio entre feto y corión (membrana que reviste internamente al útero), nos hacen pensar que estamos ante el inicio de un parto en posición de nalgas con escasez de líquido amniótico. Sin embargo, en el caso de la cera, aun manteniendo la estructura, parece que se ha querido retratar otro hecho. La placidez del feto, perfectamente acomodado, no da la sensación de estar esperando para realizar su salida del claustro materno por un espacio angosto y doloroso (en el momento del parto el feto ocupa un espacio muy estrecho por la práctica inexistencia de líquido amniótico). Nos atrevemos a sugerir que los artífices de la misma intentaron retratar a un feto con *hidropesía fetal*<sup>105</sup>, a partir del original del obstetra. Se ha de tener en cuenta que, en el siglo XVIII, la incompatibilidad entre los factores Rh materno y filial debía de ser una patología relativamente frecuente, debido a que las mujeres tenían numerosos embarazos. Y tal patología se manifiesta, entre otras cosas, como un edema

---

<sup>105</sup> La hidropesía fetal, conocida también como *hydrops fetalis*, es un problema muy grave que pone en riesgo la vida del bebé antes y después de nacer. Se caracteriza por provocar un edema grave, es decir, una hinchazón en el feto o en el recién nacido, por una cantidad excesiva de líquido que sale del torrente sanguíneo e ingresa en diversos tejidos corporales. Acceso el 27 de febrero de 2015, <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007308.htm>

general del cuerpo del niño, que irónicamente, le puede dar ese aspecto de angelote bien nutrido que delata que no está ilustrando el inicio de una presentación de nalgas sino otra circunstancia, quizás, como se ha dicho, una hidropesía fetal.



**FIG.11.-** PL. XXX del tratado de W. Smellie. *Observations sur les accouchemens ou suite de la theorie el pratique de cet art.* BH MED 12271.



**FIG. 12.-**Modelo anatómico en posición fetal. Nº. inv.: 148. Escultura de tamaño natural de cera. Juan Cháez y Luigi Franchesqui, siglo XVIII. Museo de Anatomía Javier Puerta, Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

La figura consta de la descripción de toda la parte trasera, algo que no consigue el grabado: el útero completo con parte de sus ligamentos, la expansión en profundidad de la musculatura pélvica y sus vasos; además del segmento lumbar de la columna vertebral de la madre con la arteria aorta y la vena cava inferior.

## **2.-Embarazo gemelar, ambos fetos con vuelta de cordón (figs. 13 y 14)**

En este conjunto observamos las lámina y escultura de un embarazo gemelar. Por tanto, usando un lenguaje médico, podemos decir que en ambas imágenes se presenta un embarazo gemelar con vueltas de cordón y con placenta y corión separados. Información muy importante en la que pensar ante un parto gemelar para asegurar el buen final del mismo. Los gemelos pueden ser dicigóticos o fraternos (incidencia de siete a once de cada mil nacimientos) o monocigóticos o idénticos (incidencia de tres a cuatro de cada mil nacimientos). Para saber el tipo se debe esperar al nacimiento.

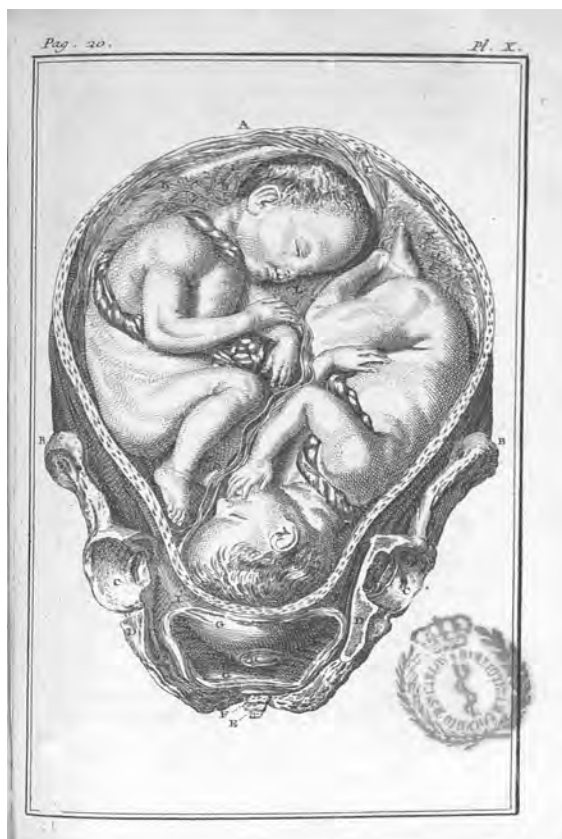
El modelo en cera tiene, en este caso, claros aspectos que la hacen superior al grabado. El primero, y más importante, es que en ella, el útero y los gemelos se han ubicado en su contexto anatómico real. En un torso femenino, destacando las mamas de una mujer embarazada y joven, a juzgar por su tamaño y forma, y una cavidad abdominal con su pared abierta.

Dentro del abdomen se encuentra el útero con su contenido, y se ha añadido a la información de la lámina la disposición de las vísceras abdominales y pélvicas. Debido al crecimiento uterino, las asas intestinales han sido desplazadas hacia arriba, hasta pegarse al hígado y el estómago perfectamente representados; mientras que la vejiga urinaria aparece vacía y comprimida contra la pared sínfisis del pubis. Estos detalles, que dotan de un gran realismo y efectismo al modelo, no aparecen representados en la ilustración. Sin embargo, en ésta se muestran el cuello uterino y la vagina.

En relación a los fetos, destaca la meticulosa representación cromática de la placenta y de las membranas fetales que aparecen en la cera en contraposición al dibujo. Por el añadido de pigmentos a la pasta, las arterias se representan en color rojo y las venas en azul. De esta forma, se diferencian, con claridad, en la pared del útero, dos zonas más independientes y engrosadas, de tono rojo, que representan dos placentas y que, por tanto, nos advierten de que estamos frente a un embarazo gemelar con placentas separadas. Importante aspecto a tener en cuenta en el momento del parto, pues éstas han de ser eliminadas. Este detalle no queda claro en la lámina. Esta observación, gracias



a la introducción del cromatismo, también se puede aplicar al detalle del cordón umbilical, donde en la escultura se muestran con claridad tres vasos enrollados en espiral, las arterias de color rojo y la vena de color azul, nuevamente.



**FIG. 13.-** PL. X. del tratado de W. Smellie. *Observations sur les accouchemens ou suite de la theorie el pratique de cet art.* BH MED 12271.



**FIG. 14 .-** Modelo anatómico que muestra un torso femenino con el útero abierto conteniendo un embarazo gemelar. Nº inv. 137. Escultura de tamaño natural de cera. Juan Cháez y Luigi Franchesqui, siglo XVIII. Museo de anatomía Javier Puerta. Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

Por último, la tridimensionalidad que aporta la escultura permite distinguir la membrana que envuelve al feto, denominada corión. En el grabado también está representada, pero no con la nitidez del modelo anatómico. Compárese el corión que aparece en sendas imágenes como dos claros tabiques que cruzan perpendicularmente el útero de arriba abajo, separando un feto del otro. Este pormenor es también de vital importancia a tener en cuenta en el momento del parto.

### **3.-Figura completa a tamaño natural de un esqueleto humano (figs. 15 y 16)**

Se observa cómo en la escultura, la pose cambia probablemente para conseguir más puntos de apoyo para la misma, pero es innegable que está basada en la lámina del tratado de Albinus<sup>106</sup>. Ésta es una figura exclusivamente ósea, mientras que la pieza en bulto redondo es osteoligamentosa. Resulta más completa a nivel de articulaciones apreciándose las cápsulas articulares y los músculos de algunas de ellas. Aparecen representadas las membranas intercostales, sus fibras y los ligamentos en manos y pies con todo lujo de detalle, así como el ligamento inguinal. Es, en muchos aspectos, una figura probablemente completada con la ayuda rigurosa del anatomista y disector del entonces gabinete Lacaba.

Al igual que en los anteriores ejemplos, la lámina está notablemente mejorada, de forma que mientras que en el grabado sólo aparecen los huesos que forman el esqueleto -eso sí en su posición natural-, en el modelo en cera, la osamenta aparece unida por sus juntas (articulaciones) con sus ligamentos. Es, por tanto, una escultura destinada no a representar los huesos, sino las articulaciones del cuerpo humano y sus ligamentos. Y todo de una manera magistral. Es tanta la información anatómica, y tan precisa, que hoy podría ser utilizada para explicar la artrología en los estudios de medicina.

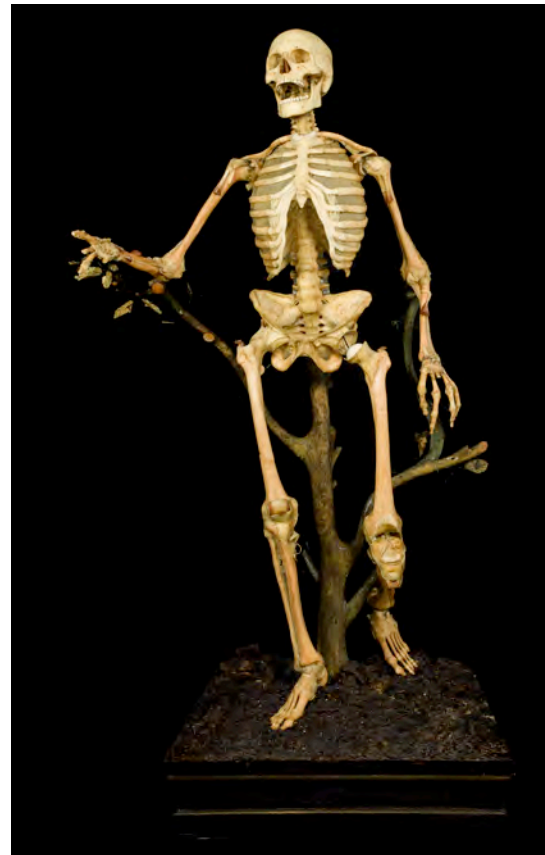
Destacar que la escultura, en contraste con la ilustración, no sólo tiene una fidelidad anatómica precisa, sino que incorpora en su lenguaje algo que va implícito en la definición de una junta, y es que no sólo sirve para unir dos huesos, sino para permitir el movimiento. Y toda la figura es movimiento, desde su boca que parece estar hablándonos, hasta sus extremidades superiores que señalan algo, al tiempo que las inferiores inician su desplazamiento hacia un objeto, cuya posición nos señala la orientación de su “mirada”.

---

<sup>106</sup> Así lo indican Bonélls y Lacaba en su tratado de anatomía. Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 308.



**FIG 15.**-Lámina *tabula I*. Ilustración contenida en el tratado anatómico de Bernhard Siegfried Albinus, *Tabulae Sceleti et Musculorum Corporis Humani*, Leyden: Johann & Hermann, 1747. Grabado de Jan Wandelaar. BH MED GF 11.



**FIG. 16** .- *Modelo anatómico que muestra un esqueleto*. Nº inv. 283. Escultura de tamaño natural de cera. Juan Cháez y Luigi Franchesqui, siglo XVIII. Museo de anatomía Javier Puerta. Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

#### 4.-Esqueleto mostrando los ligamentos (figs. 17, 18 y 19).

Para la representación de esta escultura se utilizaron, como fuente de inspiración, los grabados de las tablas III y VII de Albinus que aparecen en su obra *Tabulae Sceleti et Musculorum Corporis Humani*.

Salvo en la orientación de la cabeza, ambas figuras son plenamente coincidentes, si bien la escultura en cera completa la visión de la lámina al mostrar también la visión posterior y lateral de la pieza. Por tanto, en este ejemplo queda claro cómo los autores con la selección de dos grabados, vistas anterior (Tabula III, fig. 17) y posterior (Tabula VII, fig. 19), reconstruyen un cuerpo humano tridimensional, espléndido, donde es



posible seguir la situación, el trayecto y las inserciones de los músculos profundos seleccionados.

Un importante aspecto a destacar, -que también es obra de los artífices-, es que si nos fijamos en la lámina aparecen exclusivamente representados los músculos profundos. Sin embargo, en la escultura aparecen también, además de éstos, las arterias en color rojo, lo cual le da una mayor riqueza anatómica.



**FIG. 17.-**Lámina *Musculorum tabula III*. Ilustración contenida en el tratado anatómico de Bernhard Siegfried Albinus, *Tabulae Sceleti et Musculorum Corporis Humani*, Leyden: Johann & Hermann, 1747. Grabado de Jan Wandelaar. BH MED GF 11.



**FIG. 18.-** *Esqueleto con ligamentos*. N.º inv.: 279. Escultura de tamaño natural en cera, Juan Cház y Luigi Franchesqui. Siglo XVIII. Museo de Anatomía Javier Puerta, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España.

En este caso, queda claro que los cero-escultores no sólo suman las láminas de la obra de un autor, sino que también integran estructuras estudiadas y representadas por otros especialistas. Así, las arterias, probablemente imitan los grabados o descripciones de la obra del anatomista Albrecht von Haller (1708-1777). Es ésta a la que se refieren

Bonélls y Lacaba (1789), como la obra que había guiado a los cero-escultores para representar el aparato cardiovascular.



**FIG. 19.-** *Tabula VII.* Ilustración contenida en el tratado anatómico de Bernhard Siegfried Albinus, *Tabulae Sceleti et Musculorum Corporis Humani*, Leyden: Johann & Hermann, 1747. Grabado de Jan Wandelaar.

##### 5.-Figura de *La Venus de Medici* (figs. 20 y 21).

En esta escultura se muestra un nuevo aspecto innovador y diferencial al resto de figuras en cera de la colección. Y es que esta pieza es desmontable, se puede ver como un todo u observar el interior de la misma mediante un sencillo sistema de retirada y reposición de las partes que la cubren. Son dos las regiones expuestas, las mamas y el abdomen. Para ello consta de piezas separables articuladas con cuerdas, al gusto de las venus médicas italianas.

Para mostrar la estructura mamaria se puede levantar la piel que las cubre de forma que queda expuesta la estructura glandular reposando sobre el músculo pectoral mayor. Se aprecia con perfección su constitución, resultado de una combinación de grasa y tejido glandular.

Con objeto de ver el aparato genital femenino, útero, ovario y trompas, se debe levantar la pared abdominal. Y en la visión que esto nos permite, no sólo aparece el aparato genital femenino, sino toda la región denominada retroperitoneal, por detrás de las vísceras abdominales (intestinos). En ella vemos los riñones, uréteres seccionados en las cercanías a su desembocadura en la vejiga, la vena cava inferior y la arteria aorta con sus diferentes ramas destinadas tanto a las asas intestinales como a los genitales femeninos internos.

Esta figura es diferente a las demás de la colección, en relación a su factura, más ingenua. Por tanto, se cree que fue elaborada por otro artífice<sup>107</sup>, tal y como ya se ha comentado.

En el tratado de Hamusco<sup>108</sup>, *Historia de la composición del cuerpo humano*, que data de 1556, y se basa, a su vez, en el tratado ya mencionado de Vesalius, aparece una ilustración similar a esta Venus con el título de *Anatomía de mujer*. Bassegoda en sus notas sobre *El arte de la Pintura* de Pacheco (1564-1644), comenta que este dibujo es de Gaspar Becerra<sup>109</sup>. Jesusa Vega corrobora su autoría y publica al pie del grabado:

Anatomía de la mujer. Grabado anónimo por dibujo de Gaspar Becerra que aparece en la tabla IV del libro III de la Historia del Cuerpo Humano de Juan Valverde [...] <sup>110</sup>.

---

<sup>107</sup> Quizás fue elaborada por Lacaba pero esto es una conjetura de la que no tenemos evidencias claras. Consúltese el artículo, Alicia Sánchez Ortiz, Nerea Del Moral, Roberta Ballestriero, «Anatomía femenina en cera: ciencia, arte y espectáculo en el siglo XVIII», *Laboratorio de Arte* 25 (2013): 603-622.

<sup>108</sup> Destacable es, en este tratado, la divulgación de los últimos estudios de Vesalius y del profesor de anatomía y cirujano en la Universidad de Padua, Mateo Realdo Colombo (1544-1559), aunque en su versión completa corrige a ambos. Véase Juan Valverde de Hamusco, *Historia de la composición del cuerpo humano* (Roma, 1606).

<sup>109</sup> Francisco Pacheco, *El arte de la Pintura* (Madrid, 2001), nota 27, p. 122.

<sup>110</sup> Vega, *Ciencia...*, fig. 287, 459.

añadiendo que la atribución es del todo pertinente

[...] como se constata comparando esta alegoría con “La Vigilancia” esculpida en el banco del retablo de la Catedral de Astorga [...] como lo tengo yo observado en las figuras de dicho Becerra, que están en el libro de Anatomía de Valverde<sup>111</sup>.

Asimismo, insiste en tal atribución el pintor y estudioso de pintura, Antonio Palomino (1653-1726)<sup>112</sup>. El también pintor y tratadista de arte barroco, Vincenzo Carduccio (1585-1638), en su libro *Diálogos de la pintura* de 1633, no asocia a Becerra con el tratado de Valverde pero sí hace mención de los dibujos anatómicos que éste realizaba<sup>113</sup>; sin embargo, en 1979, en una edición posterior de dicho compendio, se asegura que:

Como quiera que los dibujos anatómicos de la edición de Valverde no están firmados, la primera noticia de que los ejecutó Becerra corresponde, según Sánchez Cantón a Carducho<sup>114</sup>.

---

<sup>111</sup> Vega, *Ciencia...*, 350 y 384.

<sup>112</sup> Antonio Palomino, *El Museo Pictórico y escala óptica* (Madrid: 1988), 451.

<sup>113</sup> Vicente Carducho, *Diálogos de la Pintura: su defensa, origen, ese[n]cia, definición, modos y diferencias*. 1633, concretamente consúltese el Diálogo Primero p. 2, así como p. 32, 47 y 48.

<sup>114</sup> Consúltese al respecto en Vicente Carducho, *Diálogos de la Pintura* (Madrid: Edición de F. Calvo Serraller, 1979) nota 8, 26 y 27 y Francisco Javier Sánchez Cantón, *Fuentes literarias para la Historia del Arte Español* (Madrid, 1933) Tomo II, 67.



**FIG. 20.-** Tabla VI del libro III. *Historia de la composición del cuerpo humano*, 1556. Juan Valverde de Hamusco. Grabado a partir de un dibujo de Gaspar Becerra.



**FIG. 21.-** *Venus de' Medici*. Nº inv. 277. Anónimo. Siglo XVIII. Museo de Anatomía Javier Puerta, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España.

## 6.-Figura de *La Parturienta* o *Embarazada a término* (figs. 22 y 23).

Este modelo es, con probabilidad, la única figura en cera de una mujer embarazada a los nueve meses de gestación que se presenta sentada frente a las tradicionales *Venus médicas* italianas que, como ya se ha visto en el capítulo II del presente estudio, aparecen recostadas o tumbadas en actitudes deleitables. Es un modelo a un tiempo didáctico y dotado de gran carga artística. Siendo de tamaño natural, descansa sobre un sillón tapizado en seda azul y reposa sus pies en un banquillo de la misma hechura. El



anatomista que dirigió la realización de esta figura, Lacaba, respeta con realismo la praxis obstétrica del siglo XVII<sup>115</sup>.



**FIG. 22.-** Lámina 23v. Grabado que ilustra el tratado anatómico de Jacopo Berengario da Carpi, *Isagogae Breves, perlucide ac uberime in anatomiam humani corporis a común medicorum academia usitatam*, Bologna, Benedictus Hector, 1523. Basado en más de 100 disecciones humanas por las que Berengario fue acusado y perseguido.



**FIG. 23.-** *La Parturienta*. Nº inv. 138. Escultura de tamaño natural en cera. Atribuida a Juan Cháez y Luigi Franchesqui, bajo la dirección de Lacaba. Siglo XVIII. Museo Anatómico Javier Puerta, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España.

La postura reclinada, con las caderas y las rodillas flexionadas, en una silla, los brazos extendidos a lo largo del cuerpo pero sin aparente tono muscular, todo ello nos recuerda a una posición de desmayo. El artista Cháez ha dotado al rostro de la figura de una expresión de dolor, con los ojos cerrados y la boca semi-abierta, muy próximos al

<sup>115</sup> Durante el siglo XVII, en Europa, era tradicional parir en posición sentada en una silla especialmente denominada *silla de parto* o *silla obstétrica*. El cambio a la posición horizontal parece producirse a lo largo del siguiente siglo, siendo el primero y uno de los principales defensores el médico partero de la corte francesa Françoise Mauriceau (1637-1709), si bien se considera que el abandono total de la *silla obstétrica* se produjo, en 1778, con el parto en posición horizontal de María Teresa, hija de la reina María Antonieta. Parece lógico pensar que estos datos se refieren, sobre todo, a la gente que podía permitirse estos “lujos”, y no al pueblo llano que casi seguro, mantuvo por más tiempo las antiguas costumbres, incluida la posición del parto. Massey, «Pregnancy and Pathology: Picturing Childbirth in Eighteenth-Century Obstetric Atlases», 79.

carácter expresionista de la imaginería barroca española, y completamente diferente del idealismo que muestran las Venus italianas.

Desde el punto de vista anatómico esta posición deja intuir que el sacro está sin apoyo y con posibilidades de moverse, postura que era recomendada en los tratados de la época, como aparece ilustrado en la lámina, para facilitar el parto. Cabe la posibilidad de que los cero-escultores se inspirasen en el grabado que aparece en la traducción "*Short Introduction to Anatomy*" del Tratado de Anatomía del útero de Jacopo Berengario da Carpi (1460-1530)<sup>116</sup> *Isagogae Breves, perlucide ac uberime in anatomiam humani corporis a común medicorum academia usitatam*, publicado en 1523.

En un sentido obstétrico, la exposición del feto se realiza porque previamente se ha abierto la pared abdominal en cuatro partes y reclinado lateralmente, al tiempo que se abre la pared uterina. El feto está en una presentación cefálica y su enorme crecimiento ha desplazado todas las vísceras abdominales y pélvicas, como ya se explicó en el busto del embarazo gemelar. Sin embargo, en ésta -al mostrarse en cuerpo entero y en posición obstétrica de parto sentado-, el interés médico es aún mayor por el realismo de la situación.

Tal y como citaban Bonélls y Lacaba queda demostrado que:

Nada imita mas al vivo [...] cualquier parte del cuerpo humano, que las piezas anatómicas de cera trabajadas por un buen artífice<sup>117</sup>.

---

<sup>117</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 302.

## **CAPÍTULO IV**

### **MANUFACTURA DE UN MODELO ANATÓMICO EN CERA**







Como material escultórico, la cera por su facilidad a la hora de modificar su consistencia mediante la adición de endurecedores, plastificantes y/o diluyentes, puede ser trabajada en todas las técnicas tradicionales; esto es modelado, fundición y tallado. Se trata de una sustancia muy manejable que permite correcciones, cambios y adiciones de diseño en cualquier estadio del desarrollo de la pieza. Por su delicadeza, es un material muy adecuado para modelos que precisan un acabado muy detallado. La cera puede blanquearse, inclusive recibir una doradura o ser teñida, añadiendo pigmentos a la masa, con resultados muy variados y satisfactorios<sup>1</sup>, lo que supone una ventaja frente a otros materiales escultóricos como la arcilla, la piedra, la madera o la terracota. De forma natural es ligeramente translúcida, lisa y mate a un tiempo, lo que la convierte, hasta la aparición de ciertas resinas acrílicas, en el material más idóneo para la reproducción del aspecto de las carnaciones humanas.

Según Jean-René Gaborit, Conservador y Jefe del Departamento de Esculturas de los Museos Nacionales de París:

Existe una relativa contradicción entre su carácter casi omnipresente y la dificultad para encontrar esculturas en cera conservadas<sup>2</sup>.

Freedberg indica que su marginación en el campo del arte se ha debido a su excesivo naturalismo y a su facilidad de alteración, lo que llevó al modelado en cera a un mero trabajo artesanal, a un arte menor<sup>3</sup>. Las figuras en cera, por su realismo, llegan a quedarse fuera de la definición canónica de la escultura y son, con ello, apartadas de la propia historia del arte. El propio Vasari dejó constancia de que tal competencia pertenecía a las labores propias de un cerero y no de un escultor.

---

<sup>1</sup> Anónimo, «La ceroplastica arte di modellare figure in cera», 17. Acceso el 27 de febrero de 2015, <http://www.aracneeditrice.it/pdf/9788854839915.pdf>

<sup>2</sup> Jean-René Gaborit, «Usage de la cire en sculpture», en *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon y Ghilhem Scherf (Paris: RMN, 1987), 15.

<sup>3</sup> David Freedberg, *El poder de las imágenes* (Madrid: Cátedra, 1992), 253.

Señala Sánchez Ortiz,

[...] la cera siempre ha estado considerada como un material de segundo orden, adecuado para el esbozo y no para obras finales; por ello, el estatus del escultor aquí es el de un artesano asalariado, en contraste con el artista que negocia el valor de su obra<sup>4</sup>.

En efecto, la cera ocupa un espacio restringido en el mundo de la escultura, al no tener aplicación a nivel monumental ni en trabajos al aire libre, y tampoco se la haya representando objetos de primer orden en museos y exposiciones públicas. Sin embargo, su importancia a lo largo de la historia de la escultura es irrefutable, dado que grandes artistas la han utilizado, y lo han hecho en todas las etapas de la creación artística: como material de abocetado y como material definitivo<sup>5</sup>.

## **1.-MATERIALES CONSTITUTIVOS**

Los cero-escultores utilizaron las denominadas pastas de cera para elaborar sus modelos anatómicos. El principal componente de las mismas ha sido, y sigue siendo, la cera de abejas<sup>6</sup>, a la que se le añaden una serie de productos diversos, conocidos como aditivos, con objeto de modificar sus propiedades físicas, adaptándolas al modelado y/o al uso de la misma en moldes.

Aditivos y cera conforman lo que se conoce como pan de cera. Sylvie Colinart señala cómo las diferentes pastas que se han utilizado a lo largo de la historia -y del modelado anatómico en particular-, no son atribuibles a un artista o escuela concretos, por lo que el análisis químico de la masa de una figura de cera, no puede utilizarse como criterio

---

<sup>4</sup> Alicia Sánchez Ortiz, Sandra Micó Boró, Nerea del Moral, «Cuerpos de cera un patrimonio olvidado. Religiosidad, superstición o ciencia en la representación del cuerpo humano», *De Arte* 11 (2012): 8.

<sup>5</sup> Consúltase el capítulo I del presente estudio.

<sup>6</sup> Ver Anexo II del presente estudio.

determinante para su atribución. Por el contrario, la presencia de parafina<sup>7</sup> o estearina constituye una referencia temporal tanto de la fabricación como de la restauración de la pieza, al igual que la adición de almidón a la mezcla<sup>8</sup>.

En realidad, los artífices que desarrollaron su trabajo dentro de los gabinetes de ceroplástica, guardaron con sumo recelo la composición de las pastas que utilizaban en la elaboración de sus modelos anatómicos. Por ello, es bastante difícil encontrar documentos que traten el tema. A continuación se elabora un breve recorrido sobre los materiales que pudieron componer estas esculturas desde finales del siglo XV a principios del XIX.

### 1.1.-LITERATURA TÉCNICA SOBRE LA PREPARACIÓN DE LAS PASTAS DE CERA

La primera cera a tratar será la que ciertos documentos relacionan con los ya mencionados retratos de El Fayum: la cera púnica. Plinio el Viejo indica que era muy adecuada para hacer *similitudes*<sup>9</sup>. Se purificaba el material por eliminación de todos los componentes solubles en agua: azúcar, miel y colorantes. Para formar sales de sodio, la mezcla de carbonato e hidrógeno-carbonato de sodio reaccionaba con los ácidos libres de la cera de abejas. Pedanio Dioscórides (40 d. C.-90 d. C.), en su manual de medicina *De materia medica*, puntualiza que el fin último de todo este proceso se realizaba para blanquear el material<sup>10</sup>. De hecho, Pomponio Gaurico (1482-1528), humanista y escritor italiano, asegura en su tratado de escultura, que cuando la cera púnica se funde, absorbe

---

<sup>7</sup> La parafina fue identificada por el científico alemán Carl Ludwig von Reinchenbach (1788-1869) en 1830. Eberhard Bauer, acceso el 26 de febrero de 2015, <http://www.alipsi.com.ar/rapp/05-94/bauer.pdf>

<sup>8</sup> La síntesis de la estearina data de principios del siglo XIX: año 1831, concretamente. El almidón se comienza a añadir a la pasta cerosa en el siglo XIX. Sylvie Colinart, «Matériaux constitutifs», en *Sculptures en cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon y Guilhem Scherf (Paris: RMN, 1987), 50.

<sup>9</sup> Cayo Plinio Segundo, *Historia Natural*, trad. de Gerónimo Huerta (Madrid: Imprenta de Juan González, 1629), tomo segundo, libro XXI, capítulo XIII, 280.

<sup>10</sup> Pedanio Dioscórides, *De materia medica* (Berlín: M. Wellman, 1907) Vol. V, 166-169. Vol. II, 83, 84.

el polvillo de la cerusa en una cantidad igual a su peso, lo que permite que se blanquee y llegue a imitar el brillo del mármol<sup>11</sup>.

En su *Naturalis Historia*, Plinio mencionaba la mayor parte de los materiales que se utilizaron en las recetas de la Antigüedad Clásica<sup>12</sup>: asfalto, trementina, resina de picea, aceite de lentisco<sup>13</sup>, armenio<sup>14</sup> y pez naval<sup>15</sup>.

Ya en el medioevo, el monje Teófilo apuntaba en su famoso tratado *On divers Arts*, que se han de mezclar 2 partes de arena o de azulejo machacado con 3 de cera<sup>16</sup> para crear objetos de cera.

Desde Antonio di Pietro Averlino, escultor renacentista italiano, conocido como “Filarete” (h. 1400-h. 1460), a Francesco Carradori (1747-1824), las pastas consistían en una mezcla de cera de abeja con sebo, trementina (probablemente de Venecia), pez<sup>17</sup> y otras resinas<sup>18</sup>. De hecho, en su *Trattato*, Filarete cita la trementina, el sebo y el carbón para tornarla negra, así como diversos pigmentos en función del color, blanco, rosa, verde, azul, amarillo u otros, que se deseara imitar<sup>19</sup>.

---

<sup>11</sup> Pomponio Gaurico de Nápoles, *Sobre la escultura* (Madrid: Akal, 1989), 83.

<sup>12</sup> Cayo Plinio Segundo, *Historia...*, libro XXIV, 41, 42.

<sup>13</sup> El aceite de lentisco se extrae de un pequeño arbusto: el Pistacia lenticus, típico de la región mediterránea, concretamente de su fruto, tanto de la carne como del hueso. Acceso el 12 de enero de 2015, <http://www.rednaturaleza.com>

<sup>14</sup> El armenio es un colorante mineral natural. Gaurico de Nápoles, *Sobre la escultura*, 83 nota a pie de página.

<sup>15</sup> La pez naval mezclada con cera recibe el nombre de zopissa. Gaurico de Nápoles, *Sobre la escultura*, 83 nota a pie de página.

<sup>16</sup> John G. Hawthorne, Cyril Stanley Smith. Theophilus, *On Divers Arts: The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking, and Metalwork* (Ontario: The University of Chicago Press, 1979), 152.

<sup>17</sup> La pez de Borgoña o pez blanca es el residuo de la destilación por vapor de la esencia de trementina. Actualmente se la conoce como pez rubia o colofonia fundida. Acceso el 30 de diciembre de 2014, <http://www.uchile.cl>

<sup>18</sup> Anónimo, «La ceroplastica arte di modellare», 13. Acceso el 27 de febrero de 2015, <http://www.aracneeditrice.it>

<sup>19</sup> Antonio di Pietro Averlino apodado Filarete, *Trattato di architettura* (1461-1464) ed. por Anna María Finoli y Liliana Grassi (Milán: Il Polifilo 1972), vol. I, 678.

En sus *Vidas*, Vasari nombra la adición a la cera de abejas de trementina de Venecia<sup>20</sup>, grasa animal, pez griega<sup>21</sup> y goma laca<sup>22</sup>, entre otros, indicando que las resinas naturales como la dammar<sup>23</sup> o la colofonia<sup>24</sup> reducían el índice de contracción de la cera<sup>25</sup>.

Gaurico indica que lo más eficaz, para hacer pastas, era tratar la cera con pez griega. Ésta previamente debía ser desleída en aceite o sebo en proporción de 1 a 4 partes. También se podía tratar con otras resinas: trementina, resina de picea y aceite de lentisco<sup>26</sup>. Señala, asimismo, que la trementina y la pez de armenia se utilizaban mucho para dar consistencia a estatuas pequeñas<sup>27</sup>.

En su obra *Istruzione Elementare per gli Studiosi della Scultura*, Carradori dedica un capítulo a las diversas maneras de modelar en cera explicando que, puesta al fuego, a

---

<sup>20</sup> Según Colinart, la trementina de Venecia es una trementina odorífera y anaranjada que se extrae en las inmediaciones de esta ciudad, del alerce *Larix decidua*, originario de Europa Central. Se compone, básicamente, de ácidos abietadiénicos y pimaradiénicos, de Manool y de alrededor de un 30% de acetato de larixyl. Colinart, *Matériaux constitutifs*, 43.

<sup>21</sup> Pez griega es una forma en que se designaba a la resina de colofonia, una resina sólida, producto de la destilación de la trementina. También pez griega o hispana era el nombre coloquial con que se conocía al asfalto. Acceso el 23 de diciembre de 2014, <http://www.dicci-eponimos.blogspot.com.es>

<sup>22</sup> La goma laca es una sustancia orgánica que se obtiene a partir del residuo o secreción resinosa de un pequeño insecto rojo llamado “gusano de la laca” (*Laccifer lacca*) o *Kerria lacca* que habita en lugares del sudeste asiático como Indonesia o Sri Lanka. Es soluble en alcohol. Ray Smith, *El manual del artista* (Madrid: H. Blume ediciones, 1999), 35.

<sup>23</sup> La resina dammar es una resina de origen vegetal, la resina terpénica menos ácida que se conoce y, en consecuencia, la que menos amarillea. Presenta buena solubilidad en disolventes orgánicos. Acceso el 23 de diciembre de 2014, <http://www.agaragar.net>

<sup>24</sup> La colofonia es una resina diterpénica, dura, ácida, de color amarillo rojizo transparente obtenida de la resina de algunas especies de pinos. Empleada en la Antigüedad en mezclas con cera. Acceso el 23 de diciembre de 2014, <http://www.agaragar.net>

<sup>25</sup> Giorgio Vasari, *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos* (Madrid: Cátedra, 2002), capítulo IX, 62.

<sup>26</sup> Ya Plinio mencionaba el aceite de lentisco pero aquí Gaurico hace referencia a una resina. En efecto, del mismo arbusto se extrae bien sangrando sus troncos, bien espontáneamente, la que actualmente se conoce como resina de almáciga o mastique. Acceso el 12 de enero de 2015, <http://www.rednaturaleza.com>

<sup>27</sup> Gaurico de Nápoles, *Sobre la escultura*, 83.

cada libra<sup>28</sup> de cera blanca, se le ha de añadir alrededor de 1 onza<sup>29</sup> de grasa de cerdo o trementina, y un poco de tierra roja o de otro color, en polvo muy fino<sup>30</sup>.

Los primeros grandes escultores como Michelangelo, Gianbologna y Cellini, fabricaban su propia cera de modelar, a partir de varias fórmulas –la mayoría de ellas basadas en la cera de abejas–, por medio de la preparación de pastas con diferente dureza y flexibilidad<sup>31</sup>. Cellini y Buonarroti buscaron el mito de la “inimitabilidad” a través de la precisión que les otorgaba este material<sup>32</sup>. En concreto, el primero, utilizaba una pasta mezclando cera blanca pura con una mitad de albayalde, muy bien molido, y un poco de trementina, tal y como él indica, clarísima, en mayor o menor cantidad según la estación del año; así, en invierno, se incluía una mitad más que en verano<sup>33</sup>.

Giovanni Battista Armenini (1530-1609) deja constancia en su tratado del uso de pastas compuestas por cera de abejas y mezclas de sebo, trementina y pez negra. Otras recetas estaban constituidas a base de cera, un tercio de aceite de lino con un poco de tierra roja o trementina y albayalde<sup>34</sup>.

Dentro de la praxis de taller desarrollada durante el Renacimiento destaca el interés por el estudio de la anatomía. Los primeros modelos o *bozzetti* se caracterizan por su color rojo o negro, probablemente debido a la fórmula cerosa desarrollada por los modeladores de cera italianos de aquella época: una mezcla de cera de abejas, cera de

---

<sup>28</sup> Una libra equivale a 453,6 gramos.

<sup>29</sup> Una onza equivale a 38,35 gramos.

<sup>30</sup> Francesco Carradori, *Istruzione Elementare per gli Studiosi della Scultura* (Florenia: Tipografía della Società Letteraria, 1802), cap. IV, p.V.

<sup>31</sup> Ronald D. Young, Robert A. Fennell, *Methods for modern sculptors* (NJ: Sculp-Noveau, 1980), 7.

<sup>32</sup> Konrad Eisenbichler, «Benvenuto Cellini: Sculptor», *Renaissance Quarterly* 59 (2006): 866.

<sup>33</sup> Benvenuto Cellini, *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura* (Madrid: Akal, 1989), 114.

<sup>34</sup> Giovanni Battista Armenini, *De los verdaderos preceptos de la pintura* (Madrid: Visor, 1999), 140, 141.

velas, trementina y brea negra<sup>35</sup> como endurecedor. Podían añadirse colores a la mixtura fundida si así se deseaba<sup>36</sup>. Resulta muy similar a la pasta de cera roja de Cellini, que incluía 5 onzas de cera nueva y 1/2 de sanguina roja, 3 dineros<sup>37</sup>, 1/2 de cardenillo y 3 dineros de bórax<sup>38</sup> o, como ya se ha indicado, la adición de tierra roja a la masa<sup>39</sup>.

Es muy probable que estos conocimientos, plasmados en recetas, continuasen vigentes e incluso se fueran modificando en los gabinetes anatómicos. De hecho, la cera de abejas era la más usada para la creación de modelos artificiales, si bien solía ir mezclada con otros productos que modificaban algunas de sus propiedades. El investigador Luigi Cattaneo indica que en el taller de ceroplástica de *La Specola*, Susini y sus *ceraiuoli* trabajaron con mezclas de cera virgen coloreada, cera citrina<sup>40</sup>, sebo, brea, resinas y bálsamos<sup>41</sup> varios<sup>42</sup>.

<sup>35</sup> La brea es un residuo de la pirólisis de un material orgánico o destilación de alquitranes. *Physics for Scientist and Scientists and Engineers*. Acceso el 29 de diciembre de 2014, ebook sin paginar. <https://books.google.co.uk/books?id=cpUIKAyVQUAC&pg=PT136&lpg=PT136&dq=Pitch+number+of+viscoelastic,+solid+polymers&source=bl&ots=hETs6R6WxA&sig=oiFFQajrsXmsGpQvxfmtLQIAPgU&hl=es&sa=X&ei=KPTyVLXzG8iwUcDigLAD&ved=0CCAQ6AEwADgK#v=onepage&q=Pitch%20number%20of%20viscoelastic%20solid%20polymers&f=false>.

<sup>36</sup> Thomas N. Haviland, N., Lawrence Charles Parish, «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 25 (1970): 53.

<sup>37</sup> Un dinero es la octava parte de una onza según describe Cellini. Cellini, *Tratados de orfebrería...*, 144.

<sup>38</sup> El bórax es un compuesto del boro: un tetraborato de sodio. Un cristal blanco que se disuelve fácilmente en agua. Permite que la mezcla fluya uniformemente sobre el molde. Gino Piva. *Manuale pratico di tecnica pittorica* (Milano: Hoepli, 1991), 77.

<sup>39</sup> Cellini, *Tratados de orfebrería...*, 144.

<sup>40</sup> La palabra citrina tiene su procedencia del latín *citrus* y *citrinus*. Es un aceite esencial de limón. Acceso el 31 de diciembre de 2014, <http://www.lexicoon.org> La cera citrina aparece en muchos tratados antiguos de farmacopea pero se desconoce con exactitud lo que era.

<sup>41</sup> Esto es, oleorresinas, gomas o trementinas.

<sup>42</sup> Luigi Cattaneo, «Carne y cera: los modelos anatómicos de Clemente Susini. Presentación de la colección de Cagliari», *Elementos: Ciencia y Cultura* 68 (2007): 35.



Anna Maerker señala que para la producción de sus modelos aquéllos utilizaba distintos tipos de cera, trementina, aceites, pigmentos, madera y metales<sup>43</sup>.

Y Bazarte Martínez puntualiza que, en ocasiones, también se recurría a cera blanca de Esmirna<sup>44</sup>, de China o de Venecia<sup>4546</sup>.

Para tornarla más maleable, se agregaba trementina y otras sustancias que se conocen por las listas de compra de las escuelas de medicina y hospitales. De hecho, según datos recogidos por el equipo de investigación de Gabbriellini, en este taller de ceroplástica florentino, entrado el siglo XVIII, comenzaron a utilizarse cera blanca de Esmirna, aceite de nuez, colofonia y azufre. Se enumeran como materiales adquiridos, probablemente extraídos de libros de cuentas de la época, sin aclarar qué tipo o variación de pasta cerosa se realizaba con ellos<sup>47</sup>. Desgenettes, visitó el laboratorio en 1793 y apuntó la receta siguiente: calentada a fuego lento para evitar su amarilleamiento cera blanca de Esmirna o de Venecia con un 10% de trementina para hacerla más elástica,

[...] cera de insecto o cera de China, para elevar el punto de fusión de la mezcla, aceite de espermaceti o manteca de cerdo, añadidos gradualmente durante la fusión del resto de componentes. A tal compuesto se le mezclan

---

<sup>43</sup> Anna Maerker, «Turpertine hides everything: Autonomy and Organization in Anatomical Model Production for the State in late eighteenth-century Florence» *Science History Publications XLV*, Institute Max Planck, Berlin (2007): 260.

<sup>44</sup> Esmirna es una región de Turquía que «[...] puede dar en un año regular de tres a cuatro mil quintales en las demas á proporción; esta cera ordinariamente se espide en sacos.» La cera de Esmirna tiene un color amarillo que tiende al blanco. Jaime Boy, *Diccionario teórico, práctico, histórico y geográfico de comercio* (Barcelona: Imprenta de Valentín Torras, 1839), vol. 1, 709.

<sup>45</sup> Ver Anexo II del presente estudio.

<sup>46</sup> Alicia Bazarte Martínez, «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía», *Historia* 06 (2006): 22. Acceso el 11 de noviembre de 2009, [http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art\\_hist\\_06.html](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art_hist_06.html)

<sup>47</sup> Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rossi, Laura Speranza, «Il restauro di un manufatto in cera del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Il Busto di bambino idrocefálico eseguito da Luigi Calamai nel 1831», *OPD Restauro* 20 (2008): 229.

oportunamente los colores ya disueltos en trementina, en ocasiones con un poco de laca blanca<sup>48</sup> en polvo<sup>49</sup>.

Michel Lemire coincide en que el componente principal era la cera de abeja, aunque se podían también usar cera de Venecia, cera blanca de Esmirna y espermaceti o blanco de ballena<sup>50</sup>. Como ya se ha comentado con anterioridad se empleaban aditivos, para modificar las propiedades físicas y el color de la cera: resinas, materia grasa, y pigmentos. Se solía añadir manteca de puerco o sebo (grasa de res o de borrego) blanqueada y purificada y, para bajar su punto de fusión, haciéndola más maleable, aceite de oliva. Este investigador francés, también cita la trementina de Venecia. Fundida la cera al baño maría, muy poco a poco, se le adjuntaba bien la materia grasa sola, o en combinación con la resina natural. En el momento de la fusión de la mezcla de componentes se incluía el colorante o pigmento en polvo fino.

Las numerosas mezclas eran fundidas de manera individual, y una vez terminadas [...] se conservaban en forma de pan de cera<sup>51</sup>.

En la escuela boloñesa, el cero-escultor Lelli trabajaba con una pasta hecha de cera, cáñamo húmedo, salvado y trementina, que le aportaba una dureza perfecta para ser modelada sobre el hueso y posteriormente tallada<sup>52</sup>.

En España, los componentes básicos no distan mucho de los de la escuela italiana, aunque se observan algunas salvedades en base al material que tuvieran a su disposición. Bonélls y Lacaba recogen la receta que se utilizaba en el gabinete madrileño hacia 1796, consistente en una pasta compuesta por 6 partes de cera blanca muy

---

<sup>48</sup> Según aclara Dal Forno se trata de óxido de aluminio hidratado que por su transparencia suele añadirse a los pigmentos para trabajar por veladuras. Federica Dal Forno, *La ceroplastica anatomica e il suo restauro. Un nuovo uso della TAC, una possibile attribuzione a G. G. Zumbo* (Florenia: Nardini, 2009), 25.

<sup>49</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 25.

<sup>50</sup> Ver Anexo II del presente estudio.

<sup>51</sup> Michel Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», *Ciencias* 32 (1993): 69.

<sup>52</sup> Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 58.

transparente o cera común muy purificada, mezclada con 3 partes de aceite de trementina de Venecia o trementina común purificada, además de 1 parte de manteca de cerdo blanca, limpia y sólida; a ello se adicionaba el pigmento requerido bien molido en aceite de nueces. Sin embargo, aclaran que las proporciones de manteca de cerdo y trementina no se podían fijar del todo, porque debían de ser diferentes según la temperatura de la estación del año en que se trabajase<sup>53</sup>. Para hacer esta pasta se ponía la cera en una cazuela de barro muy bien barnizada, y se derretía a fuego lento, o preferiblemente al baño maría. En otra cazuela se fundía la trementina y en una tercera la manteca de cerdo. Después se echaba, poco a poco, en la cera la trementina y, por último, se añadía el sebo, removiendo con una espátula de madera. Si al dejar enfriar la masa, ésta tenía una consistencia un poco más dura que la del barro para modelar, significaba que la mezcla estaba correctamente hecha. Se colaba por un paño y ya se le añadían los colorantes. Los colores se disolvían a parte y la pasta se volvía a colar; cuando su calor *no excede al que el dedo metido en ella puede sufrir*, se vertía la pasta en los moldes o se guardaba en tarros de vidrio, previamente untados con aceite – para que la pasta no se adhiriera a ellos al enfriar–, y se guardaban hasta que se necesitasen<sup>54</sup>.

En relación a la escuela francesa, el Laboratorio de Farmacología Molecular de París ha demostrado que los modelos de Baretta, estaban compuestos por una mezcla de cera de abejas y una resina derivada del látex. Al parecer, calentaba la mezcla hasta alcanzar los 200 °C, para verterla después sobre el negativo del molde<sup>55</sup>. Resulta normal que la pasta sea tan dispar a las recetas italianas y españolas dado que, en Francia, se practicó sobre todo el *moulage* dermatológico que dista mucho del modelo anatómico. Sin embargo, el cerero francés Monceau, en su recetario, recomienda utilizar 16 partes de cera amarilla, 2 partes de pez grasa<sup>56</sup> y 1 parte de manteca de cerdo o bien 10 partes de cera amarilla,

---

<sup>53</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303, 304.

<sup>54</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 304.

<sup>55</sup> VVAA. Portal del Museo de Olavide. Jules Baretta. Acceso el 7 de noviembre de 2009, <http://www.aedv.es/JulesBaretta.htm>

<sup>56</sup> Nombre que se le dio en España, a la llamada *pez de Borgoña* en Francia, en el siglo XVIII, y que no era sino «[...] una composición hecha con resina blanca, derretida con la trementina y el azeyte de ella». Henri Louise Duhamel Du Monceau, *Arte de cerero* (Madrid: Imprenta Pedro Marín, 1777), 331.

1 parte de trementina, 1 parte de pez grasa y 1 de manteca de cerdo. Receta que se aproxima más a las vistas en los países mediterráneos. Y lo describe de la siguiente manera:

Ponen à derretir el todo à fuego lento, rebuelven estas diferentes substancias con una espátula, y cuegan el todo antes que cueza, à fin de que la materia quede mas compacta, y sin pompas de ayre<sup>57</sup>.

Lebrun cita en su manual que se mezclen 500 g. de cera amarilla de abejas, 48 g. de raíz de alheña<sup>58</sup> triturada y 1000 g. de esencia de trementina. Indica que se haga una infusión de alheña en la esencia durante 10 minutos, se cuele y mezcle con la cera fundida. La mezcla estará lista tras dejarla reposar 24 horas<sup>59</sup>.

En el recetario de Margival se encuentran las siguientes recetas de cera para modelar, corroboradas por Besnainou como pastas para modelos de ceroplástica<sup>60</sup>:

- 600 g. de cera de abejas, 100 g. de manteca de cerdo y 100 g. de blanco de Creta<sup>61</sup>.
- 200 g. de cera blanca de abejas, 25 g. de trementina de Venecia, 12 g. de manteca de cerdo y 150 g. de arcilla pulverizada.
- 500 g. de cera amarilla de abejas, 130 g. de pez de Borgoña, 85 g. de manteca de cerdo y 40 g. de esencia de trementina.

---

<sup>57</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 334.

<sup>58</sup> La alheña es un tinte rojo de origen natural, conocido actualmente como henna, que se hace con la hoja seca y el pecíolo de *Lawsonia alba*. RAE on-line, acceso el 29 de diciembre de 2014, <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=a3j6qK7Dk2x5HcG5qw1>

<sup>59</sup> D. Magnier Lebrun, *Nouveau manuel complet du moleur* (Paris: Encyclopédie- Roret, 1850), 222.

<sup>60</sup> Françoise Margival, *Cires, encaustiques, produits d'entretien. Nouvelle Collection des Recueils de Recettes Rationnelles* (Paris: Desforges, 1937) sin paginar y Didier Besnainou, *Cire et cires: etude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation des ouvres céroplastiques* (Paris: Institut Francais de Restauration des Ouvres d'Art, 1984), 46-47.

<sup>61</sup> El blanco de Creta o cal se compone básicamente de dos pigmentos, cal y blanco de San Giovanni. También es conocido como calcita; es un pigmento que se suele utilizar para preparar imprimaciones. Se usa desde la prehistoria y su composición es a base de carbonato de calcio. Acceso el 30 de diciembre de 2014, <http://www.materialesparaartistas.com> El blanco de San Giovanni o blanco de San Juan es un pigmento que, descrito por Cennini, no debe confundirse con la cal ordinaria. Se obtiene tomando cal apagada bien blanca, pulverizándola en un barreño durante ocho días, cambiándole cada día el agua y removiendo bien para que se libre de impurezas. Posteriormente se seca al sol. Cennini, *El libro del Arte...*, 101-102.

En este mismo documento<sup>62</sup> se indica que si se quiere endurecer la pasta, se ha de incorporar a la misma, mientras se remueve, - en forma de polvo fino -, un 20% de blanco de Creta, un 15% de alumbre<sup>63</sup> y un 10% de caolín<sup>64</sup>.

Según Colinart, el pintor flamenco Edward Dubois (1619-1696) propuso las siguientes recetas para estatuaria en cera<sup>65</sup>:

- 1 libra de cera amarilla, 4 onzas de pez de Bretaña, 2 onzas de manteca de cerdo y 1 onza de esencia de trementina. Si en verano la cera queda blanda, se le añadirá un poco menos de manteca de cerdo.
- 4000 g. de cera amarilla, 50 g. de colofonia y 60 g. de trementina de Venecia. Al baño maría se coloca una placa de mármol sobre la que se vierte la cera caliente.
- 1000 g. de cera amarilla, 1000 g. de colofonia y de 2 a 30 g. de trementina. Se funde la cera al baño maría y después se añade la colofonia con negro de humo en polvo.

A principios del siglo XIX, la estearina fue muy utilizada en pastas cerosas para modelar, mezclada sólo con parafina o con cera de abejas, junto con una gran cantidad de blanco de zinc<sup>66</sup> y azufre, elementos que daban a la mezcla mayor cohesión<sup>67</sup>. Así, Besnainou

---

<sup>62</sup> Margival, *Cires, encaustiques...*, sin paginar.

<sup>63</sup> El alumbre es un mineral, un tipo de sulfato doble compuesto por el sulfato de un metal trivalente, como el aluminio, y otro de un metal monovalente. Se trata de una especie de mordiente que fija los colores y los une, evitando que las partículas más finas se evaporen. Se utiliza también para endurecer el sebo en la fabricación de velas. RAE on-line, acceso el 30 de diciembre de 2014, <http://www.wordreference.com/es/en/frames.aspx?es=alumbre>

<sup>64</sup> La caolinita es un mineral de arcilla. Las rocas ricas en este material son conocidas como caolín o arcilla de China. Walter L. Polh, *Economic geology: principles and practice: metals, minerals, coal and hydrocarbons – introduction to formation and sustainable exploitation of mineral deposits* (Chichester: Wiley-Blackwell, 2011), 331.

<sup>65</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 55.

<sup>66</sup> El blanco de zinc es un pigmento conocido también como blanco de china, a base de óxido de Zinc ZnO, que empezó a comercializarse en 1834. No es tóxico. Smith, *El manual del artista...*, 30.

<sup>67</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 38.

describe las siguientes recetas empleadas para elaborar ceras anatómicas en esa época<sup>68</sup>:

- 300 g. de cera de abejas, 20 g. de estearina y 25 g. de resina dammar.
- 20% de cera de abejas, 20% de trementina de Venecia, 10% de colofonia y un 50% de carga mineral.
- 55% de cera, 20% de blanco de Meudon<sup>69</sup>, 15% de alumbre y 10% de caolín.

Puede concluirse que la pasta de cera de un modelo anatómico, independientemente del secretismo de los gabinetes, del país o de la época, siempre presentaba una constitución similar a base de:

- Cera de abejas como componente principal, pudiendo ser ésta mezclada con cera de espermaceti, o alguna cera de tipo vegetal sin especificar<sup>70</sup>.
- Aditivos que modificaran las propiedades físicas y de color de ese ingrediente principal:
  - Plastificantes. Para reducir el brillo de la mezcla cerosa e incrementar su maleabilidad a temperatura ambiente, dado que bajan su rango de fusión y densidad. Destacaron la grasa animal (que podía ser sebo, esto es grasa de buey o carnero, o manteca de cerdo)<sup>71</sup>, la pez o la goma laca. Uno de los principales plastificantes utilizados fueron los aceites. Podía tratarse de un aceite secativo como el aceite de lino<sup>72</sup>, semi-secativo, o no secativo como el aceite de oliva. Éste último es el que más maleabilidad y ductilidad puede aportar a una pasta de cera. Se ha de señalar que cuanto más se añadiese, más desmenuzable resultaba la

---

<sup>68</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 47-48.

<sup>69</sup> Es otra forma de designar el “Blanco de España”. Es un carbonato de calcio obtenido de piedras calizas pulverizadas, lavadas o levijadas, se utiliza para preparar masillas. Acceso el 28 de diciembre de 2014, <http://www.stem-museos.com>

<sup>70</sup> Ver Anexo II del presente estudio.

<sup>71</sup> Estos cuerpos grasos están constituidos principalmente por triglicéridos o triacilglicéridos, ésteres del glicerol y de los ácidos grasos saturados e insaturados. En general los tres alcoholes del glicerol no son esterificados por el mismo ácido. El sebo y la manteca de cerdo se distinguen por la presencia de una pequeña cantidad de un ácido graso de 17 átomos de carbono: el ácido margárico (llamado comúnmente aceite de linaza) que únicamente aparece en el sebo. Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 43.

<sup>72</sup> Llamado comúnmente aceite de linaza, que se extrae de la semilla del lino.

mezcla<sup>73</sup>, razón por la cual se utilizaba raramente<sup>74</sup>. Uno de los principales plastificantes encontrado en pastas cerosas de modelos anatómicos es la trementina de Venecia<sup>75</sup>.

- Endurecedores o resinas naturales<sup>76</sup>. Se recurría a ellos para elevar el punto de fusión de la cera y/o su estabilidad mecánica, reducir su índice de contracción, aportar dureza a la pasta y otorgarle un suave cambio de color. Son también conocidas como resinas terpénicas y las más utilizadas fueron: la Trementina de Borgoña, procedente del *Pinus maritimus* o *pinaster*; la Trementina de Estrasburgo secretada por el pino *Abies excelsa* o *pectinata*, y la Trementina del Jura, exudación del pino rojo de los Vosgos, *Picea vulgaris*. Los productos derivados de las trementinas son la pez, el Galipot<sup>77</sup> y la colofonia, los cuales no poseen una composición química bien definida. En concreto, la colofonia se añadía para aumentar el punto de fusión de la cera y su plasticidad.
- Otros aditivos son el almidón, la harina, la fécula<sup>78</sup> o la estearina. Ya a principios del siglo XIX muchos recetarios mencionan la incorporación de estos componentes a la cera de abejas. Su presencia en la pasta se revela por la aparición de gránulos de almidón transparentes de formas ovaladas regulares. Sin conferir propiedades particulares a la cera de abejas, la harina y el almidón permiten economizar en esa materia prima.
- Colorantes y pigmentos naturales, que se tratan, por su importancia y variedad en un apartado separado y a continuación.

---

<sup>73</sup> Alain Roche, Stéphanie Doucet, «Propriétés mécaniques des peintures à la cire et à l'encaustique», *Technè* 23 (2006): 24.

<sup>74</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 41.

<sup>75</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 43.

<sup>76</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 43, 46.

<sup>77</sup> El Galipot es el producto de la evaporación espontánea de la trementina sobre los troncos de los árboles. Acceso el 29 de diciembre de 2014, <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/galipot/35907>

<sup>78</sup> La fécula es un hidrato de carbono que se encuentra en semillas, tubérculos y raíces de muchas plantas.

En resumen, cada pasta cerosa se realizaba individualmente en cuatro etapas:

1. Se fundía la cera elegida en un recipiente de cobre o estaño al baño maría, lentamente, a fuego bajo. La cera había de derretirse pero sin llegar a cocerse ni a hervir porque ello la deseca y torna rojiza<sup>79</sup>.
2. Se añadía la materia grasa sola o acompañada de la resina natural.
3. Se incorporaba el colorante o pigmento natural muy molido en el momento de fusión de la mezcla.
4. Se preparaba el pan de cera conservándolo sobre una placa caliente.

## **1.2.-COLORACIÓN DE LAS PASTAS DE CERA**

La ceroplástica explota al máximo la finura y posibilidades de la cera en relación al color para alcanzar el mayor efecto de ilusión posible, dado que en el caso de los modelos anatómicos, la similitud con la realidad del cuerpo jugaba un papel primordial. La facilidad con que ésta puede asociarse a otros elementos, enriquece la variedad de su pigmentación. Se utilizaron colorantes y pigmentos naturales en una gama que permitía obtener numerosas combinaciones. Tienen la ventaja de colorear la pasta cerosa sin tornarla opaca.

La cera se tiñe desde la masa, vertiendo sobre la pasta licuada, el pigmento o colorante, muy finamente molido, y dejando que enfríe el conjunto. Se funde de nuevo a la hora de necesitarse un color preciso para crear la escultura. También puede trabajarse el modelo anatómico partiendo de una base de pasta cerosa blanca, a la que se aplican finas capas de color procedente de estos panes fundidos<sup>80</sup>. Para pintar sobre cera con pincel, a fin de realizar pequeños retoques a modo de veladuras, se utilizaba cera tintada derretida.

---

<sup>79</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 171-172. De igual modo se procederá a la hora de derretir los panes de cera ya preparados con todos los aditivos.

<sup>80</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 19.



### 1.2.1.-COLORANTES ORGÁNICOS

Para el teñido de la pasta cerosa se utilizaban con preferencia colorantes naturales, esto es, materias coloreadas solubles de origen animal o vegetal. Los siguientes eran los más usuales<sup>81</sup>.

Para los tonos rojos se empleaba la laca de granza<sup>82</sup>, la raíz de orcaneta<sup>83</sup> y la sangre de drago<sup>84</sup>. Así, en la escuela española, Bonélls y Lacaba citan el teñido de las pastas de cera destinadas a los músculos con *laca superfina* para que imite su brillo natural<sup>85</sup>.

Chiverches afirma que, a partir del siglo XVI, llega la goma laca a Europa por medio del comercio con las Indias, y ésta se comienza a emplear, por sus características, sola o mezclada con cera para la creación de modelos<sup>86</sup>.

Los amarillos se conseguían con azafrán<sup>87</sup>, fústico<sup>88</sup> y cúrcuma<sup>89</sup>, a partir de plantas ricas en flavonoides (del latín *flabus*, amarillo), alcanzándose unos colorantes notablemente

---

<sup>81</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 69 y Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 46. Véase para más información el fabuloso compendio de Dominique Cardon, *Le monde des teintures naturelles* (Paris: Belin, 2003).

<sup>82</sup> La laca de granza es uno de los colorantes rojos principales y más conocidos utilizados a lo largo de la historia, el verdadero rojo. Se obtiene de la Granza (*Rubia tinctorum*), una planta herbácea ramificada. Cardon, “Le monde des teintures,” 98.

<sup>83</sup> La raíz de orcaneta es una tintura roja violácea que se obtiene a partir de la raíz carnosa de la Orcaneta amarilla (*Onosma echinoides*) planta de la familia de las naftoquinonas. Cardon, *Le monde...*, 65, 66.

<sup>84</sup> La sangre de drago es una resina vegetal de color rojo que se adquiere practicando una incisión en el tronco de algunas especies de *Dracaena* (familia de las liliáceas). Preferentemente se extrae de la planta *Dracaena cinnabari*, originaria de algunas regiones asiáticas y de las Islas Canarias. Cardon, *Le monde...*, 68.

<sup>85</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

<sup>86</sup> C. A. Chiverches, «La restauración de modelos de cera. Una solución para la reintegración de lagunas», *Pátina* 5 (1991): 19.

<sup>87</sup> El azafrán es una especia derivada de los estigmas secos de la flor de *Crocus sativus*, una especie del género *Crocus* dentro la familia Iridaceae, que contiene un tinte de tipo carotenoide llamado crocin. Cardon, *Le monde...*, 238

<sup>88</sup> El fústico, también conocido como maclurina o caqui, es una substancia que se logra al hervir en agua la madera del árbol de mora. Acceso el 1 de marzo de 2015, <http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/mora/mora.html>

estables frente a la acción de la luz. Una laca, ya en desuso, nombrada por Monceau, fue utilizada en el siglo XVIII para teñir la cera de un color amarillo oscuro: la *terra-merita*<sup>90</sup>. Para conseguir tonos amarillo limón se utilizó la *goma guta*<sup>91</sup>, también venenosa y poco estable<sup>92</sup>.

Los azules podían ser hechos a partir del índigo<sup>93</sup>. En concreto, son ejemplo de ello, algunos modelos anatómicos en cera de *La Specola*, donde se usó este colorante para la representación de las venas<sup>94</sup>.

### 1.2.2.-PIGMENTOS MINERALES

Dentro de su clasificación, los más empleados fueron:

Ocres rojos o amarillos, muy comunes en los gabinetes de ceroplástica. El bermellón<sup>95</sup>, en ocasiones sustituía a éstos, pero raramente, por ser muy costoso<sup>96</sup>. En la escuela madrileña fue utilizado para la coloración de músculos y arterias<sup>97</sup>.

---

<sup>89</sup> La cúrcuma es un colorante originario de la India, derivado de los rizomas frescos o secos y triturados de la *Curcuma longa*. Cardon, *Le monde...*, 247.

<sup>90</sup> Se trata de una laca amarilla fugaz que se hacía a partir del azafrán o raíz de cúrcuma.

<sup>91</sup> Se conoce también como laca amarilla. Es una goma natural extraída de las plantas de familias de árboles del este de Asia: el jugo del árbol de la goma guta. Antiguamente denominada “El bello amarillo-dorado” ya se utilizaba en la Edad Media. Se desvanece por efecto de la luz. Acceso el 26 de diciembre de 2014, <http://www.rembrandt.royaltales.com>

<sup>92</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 323-324.

<sup>93</sup> El azul de las Indias es de procedencia vegetal, se adquiere químicamente de las hojas de las especies de *Strobilanthes flaccidifolius* en Asia; entre otras muchas a lo largo del mundo, originarias concretamente de África, Centroamérica, Sudamérica y parte de Europa. La más conocida es una leguminosa de la India, la *Indigofera tinctoria*, que contiene un colorante comúnmente conocido como *indigotina*, de un azul intenso. Cardon, *Le monde...*, 258, 279.

<sup>94</sup> Dal Forno, *La ceroplastica ...*, 2.

<sup>95</sup> Es un compuesto de sulfuro de mercurio natural (cinabrio). No es muy estable a la luz, tiende a ennegrecer al verse expuesto. Smith, *El manual...*, 13, 23.

<sup>96</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 46.

<sup>97</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

La cerusa<sup>98</sup> o blanco de plomo, se empleaba para tornar opaca la pasta y endurecerla, favoreciendo así su tallado además de reducir su posible contracción<sup>99</sup>. Cuando se añadía en grandes cantidades, proporcionaba una materia blanca.

El albayalde se usó para los nervios, ligamentos y vasos linfáticos. En la escuela madrileña, según describen Bonélls y Lacaba, se utilizaba mezclado con un poco de laca roja para imitar el tono sonrosado de la piel, y con algo de azul de Prusia se podía reproducir el perlado de los tendones<sup>100</sup>.

Para los tonos verdosos se elegía el cardenillo<sup>101</sup>, un pigmento comúnmente conocido como verdigrís<sup>102</sup>.

En cuanto a las tonalidades azules que permitían reproducir las venas, en la escuela italiana se obtenían por medio del azul ultramar<sup>103</sup>, mientras que en España se prefirió el azul de Prusia<sup>104</sup>.

Los negros, los tonos sombra y los grises, se conseguían con humo, carbón vegetal y brea de Borgoña, o colofonia mezclada con sebo o aceite de oliva<sup>105</sup>.

---

<sup>98</sup> Es un pigmento muy antiguo constituido por un carbonato básico de plomo. Puede encontrarse en estado natural de carbonato, como en el caso de la cerusita. Al contener plomo resulta muy tóxico. Es opaco, de tonalidad cálida y estable frente a la luz. Smith, *El manual...*, 13.

<sup>99</sup> Vernon J. Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», *Studies in Conservation* 16 (1971): 97.

<sup>100</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

<sup>101</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 323.

<sup>102</sup> Cardenillo es el nombre con el que se le conocía en la terminología castellana, así como *Verdete*. Sonia Santos Gómez, Margarita San Andrés Moya, Juan Luis Baldonado Rodríguez, Alfonso Rodríguez Muñoz, «Recetas de preparación del verdigrís. Resultados preliminares de la obtención de la variedad conocida como *Viride salmum*», *Pátina* 12 (2003): 41.

<sup>103</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 2. Pigmento mineral que en la naturaleza se encuentra en el lapislázuli. Smith, *El manual...*, 13.

<sup>104</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

<sup>105</sup> Proceden en general de plantas ricas en taninos vegetales, muy utilizados antiguamente, como la familia de *Fagaceae*, la *Quercus* en Asia y América y la *Castanea*. Smith, *El manual...*, 13.

En el gabinete madrileño, cuando se tenía la necesidad de imitar las vísceras, tales como el hígado, bazo o riñones, se solía mezclar carmín fino, tierra sombra, azul de Prusia y bermellón<sup>106</sup>.

En la escuela boloñesa existía una preferencia por el amarillo claro, la tierra roja, el minio, el carmín, el cinabrio, la laca, el blanco de plomo, el azul ultramar y el marrón de Inglaterra<sup>107</sup>.

En los talleres florentinos, algunos de los colores más solicitados eran cinabrio fino, carmín, tierra amarilla, laca finísima de cochinilla, albayalde de Venecia o azul de Alemania<sup>108</sup>.

La investigadora Dal Forno asegura que las mezclas utilizadas para la inyección de cera pudieron influir en la coloración de ciertas partes de las ceras anatómicas, tales como las venas con azurita<sup>109</sup> o ultramar y las arterias con rojo cinabrio<sup>110</sup>.

## **2.-PROCEDIMIENTO ESCULTÓRICO EN LA CREACIÓN DE UN MODELO ARTIFICIAL EN CERA**

La cera exige un utillaje y técnica muy particulares, dado que este material sólo es maleable y moldeable cuando está caliente. Parece ser que cada cero-escultor tenía su

---

<sup>106</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 304.

<sup>107</sup> Maurizio Armanoli, *La cere anatomiche Bolognesi del settecento* (Bologna: Clueb, 1981), 44.

<sup>108</sup> ASF. Imperiale e Reale Corte Lorenese, pezzo 5251. Filza di affari e conti del Real Gabinetto di Fisica dal 1777 al 1780.

<sup>109</sup> El mineral azurita es un carbonato básico de cobre sumamente inestable. En ambiente húmedo y alcalino adquiere una tonalidad verde al convertirse en malaquita, pero siempre antes se torna violáceo. Acceso el 23 de diciembre de 2014, <http://lema.rae.es/drae/?val=azurita+>

<sup>110</sup> Este pigmento también se conoce como cinabrita y es otra forma de denominar al Bermellón. Dal Forno, *La ceroplastica...*, 2.

manera personal de trabajar para la creación de sus modelos anatómicos, que protegió celosamente, por lo que a día de hoy la técnica exacta que utilizaban nos es desconocida. Sí se sabe que Bonélls y Lacaba recomendaban que, para conservar la unidad estética y científica, cada pieza estuviera realizada por un único artífice, instruido en anatomía, dibujo y modelado<sup>111</sup>.

El instrumental básico habitual en un taller de ceroplástica italiano era el siguiente, citando los documentos de archivo recogidos por Dal Forno y Maerker:

[...] recipientes de cobre de dimensiones diversas para la fusión de la cera, herramientas para modelar, alambre de hierro de distintos espesores<sup>112</sup>.

además de una pieza de mármol para extender la cera en capas finas, un trípode para cocinar, balanzas, una

losa de pizarra para anotaciones y diseños sobre las disecciones [...], cajas de madera con asas para el transporte de cera, contenedores, frascos y botellas, de cerámica y vidrio para los colorantes y las sustancias a mezclar con la cera<sup>113</sup>. (Figs. 1, 2).

Y otros tales como espátulas, agujas y tablas de madera<sup>114</sup>.

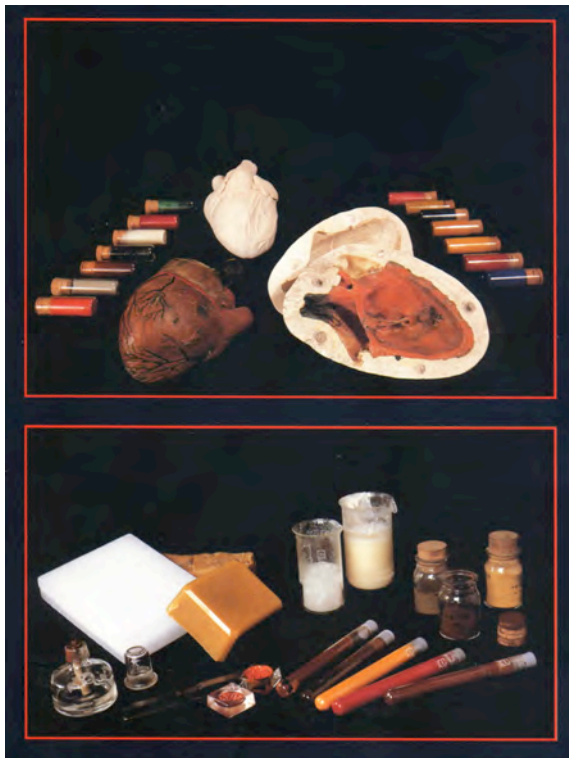
---

<sup>111</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

<sup>112</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 23. Maerker, «Turpentine hides everything: Autonomy and Organization in Anatomical Model Production for the State in late eighteenth-century Florence», 260.

<sup>113</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 23.

<sup>114</sup> Maerker, «Turpentine hides everything: Autonomy and Organization in Anatomical Model Production for the State in late eighteenth-century Florence», 260.



**FIGS 1 y 2.**-Diversos materiales propios de un taller de ceroplástica. En la figura superior puede observarse un molde en negativo de yeso para elaborar un modelo positivo en cera.

El gabinete del Real Colegio de Cirugía de San Carlos, albergaba el siguiente mobiliario y herramientas: una mesa de mármol (figs. 3, 4, 5)

«[...]de una vara de largo y tres cuartas de ancho [...]»<sup>115</sup>,

que se limpiaba restregándola con piedra pómez mojada en agua. Espátulas de madera de varios tamaños, para amasar las pastas y dar forma a los nervios, arterias y venas. Estas paletas por un extremo eran redondeadas en forma de mango y, por el otro, eran anchas, planas y algo combadas.

<sup>115</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 305.





**FIGS. 3, 4, 5.-** Mesa de disección del antiguo Real Colegio de San Carlos de Madrid con la obra *Lección X. La operación* en la que aparece pintada por Antonio Bravo. (Conjunto, detalle de la pintura y detalle de la placa sobre la mesa). Museo de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

[...] Un palito de hueso ahorquillado para tirar los vasos y nervios. Un aplanador de madera, [...] largo de cerca dos tercias, y de unos tres dedos de ancho [...]<sup>116</sup>,

<sup>116</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 305.

redondeado en ambos extremos, y un poco arqueado el resto, esto es, recto en la superficie cóncava y liso y algo combado en la convexa. Con éste se aplanaban y extendían las pastas para recrear toda especie de membranas.

«Pulidores de hierro de dos cortes, rectos o combados, agudos u obtusos, todos con mango [...]»<sup>117</sup>,

para alisar, adelgazar, rayar, pulir, etc. diferentes piezas (fig. 6). Soldadores de hierro con mango en forma de punzón más o menos agudo, alguno en forma de paleta redondeada por ambos extremos, - más ancha por el uno que por el otro -, para unir las pastas. Palillos de modelar de varias formas y tamaños. Moldes de yeso de todas las partes del cuerpo humano<sup>118</sup> (fig. 1).



**FIG. 6.-** Herramientas propias de un cero-escultor del siglo XVIII.

Tal y como se ha visto, la ejecución de los modelos artificiales en cera se llevaba a cabo en estrecha colaboración de dos especialistas: el cirujano-disector, con amplios conocimientos anatómicos, y el modelador, especialista en el comportamiento de los materiales y dotado de habilidades plásticas, que conoce la técnica de elaboración. Se aunaban de este modo la mirada científica con la precisión técnica del artista, la

<sup>117</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 305.

<sup>118</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 305.



exactitud y el rigor científicos con la búsqueda estética. A partir de planos y dibujos, fundamentados en los conocimientos adquiridos desde la disección, el anatomista proponía la ejecución de una determinada imagen al cero-escultor. Todos los pasos en la realización del modelo eran atentamente seguidos y guiados por el ojo del anatómico, que señalaba en cada momento la veracidad de los elementos y la conveniencia de su posición. Según Belloni, en el laboratorio de ceroplástica de *La Specola* había una inteligente relación de equipo entre los modeladores y los anatomistas<sup>119</sup>.

De hecho, describe Lemire, que, en las universidades y escuelas de medicina que decidieron disponer de sus propias colecciones, se crearon los puestos de jefe de estudios anatómicos, jefe de estudios quirúrgicos o disector, cero-escultor y conservador, formando un equipo interdisciplinar<sup>120</sup>.

## **2.1.-MODELADO Y TALLADO DE LA CERA**

Cita Cellini, que antes de modelar la cera, es necesario trabajarla sobre una pieza circular de piedra, hueso o vidrio negro, amasándola bien, para después dividirla en pequeñas porciones que se van aplicando sobre una armadura de madera o hierro. Se obtiene así el volumen de la figura<sup>121</sup>. Según Carradori, las pastas de cera se modelan con las manos a temperatura ambiente, de la misma forma que el barro<sup>122</sup>. Así templadas, se tornan maleables, lo que permite su trabajo en bolitas y tiras, que se van enrollando entre los dedos. Se trata, por tanto, de una técnica aditiva, en la que se superponen los trozos de material, a presión, con el pulgar o con espátulas metálicas calientes, y se pueden utilizar pequeños cinces o soldadores de puntas finas para realizar las cavidades menores. Se comienza a modelar la pieza rudamente y, al ir alcanzando la forma deseada, se crea una

---

<sup>119</sup> Cattaneo, «Carne y cera: los modelos anatómicos de Clemente Susini. Presentación de la colección de Cagliari», 35.

<sup>120</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 290.

<sup>121</sup> Cellini, *Tratados...*, 135.

<sup>122</sup> Carradori, *Istruzione Elementare...*, V.

capa superficial de cera de mayor precisión. Se ha de tener la precaución de dejar enfriar la capa cubriente a medida que se aumenta el espesor al añadir material.

Los detalles y cambios se llevaban a cabo con las herramientas calientes o frías. Para evitar que la cera estuviese pegajosa durante el modelado, hacía falta humedecer los dedos y el utillaje con una esponja o trapo mojados en agua o untarse las manos con un poco de aceite o manteca de cerdo, aún cuando esto la opacara levemente<sup>123</sup>.

Modelada la pieza se podían hacer retoques o detalles en la misma mediante el tallado de la cera sólida a temperatura ambiente. Se iba retirando material,- es una técnica sustractiva -, y la ventaja que presentaba frente a la talla del yeso o la madera es que, en caso de cometer un error, se podía solucionar con facilidad mediante la nueva adición de cera caliente. Se utilizaban soldadores con distintas formas de alambre de cobre, - que es un buen conductor del calor -, cuchillos de hoja fina, cucharas calientes e inclusive formones y gubias de distintos tamaños y dureza para el cincelado y labrado de la pasta de cera<sup>124</sup>.

Parece ser que los modelos anatómicos comenzaron a realizarse mediante la talla y el modelado directos de la cera sobre huesos naturales, tal y como se practicaba en la escuela de Bolonia. Vernon J. Murrel defiende que para crear una superficie de cera homogénea, a modular hasta el más mínimo de los detalles, explotando su translucidez y posibilidades de acabado, hubo de ser necesario trabajar desde una masa cerosa por métodos de devastado, antes que construir a base de modelar<sup>125</sup>. De hecho, citan Haviland y Parish que Lelli disponía el esqueleto humano en la postura deseada y luego cubría los huesos con una pasta de cera. Una vez seca y endurecida ésta, la tallaba para

---

<sup>123</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 202, 203, 207, 208.

<sup>124</sup> Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 70. Este tipo de técnica es similar a la de la escultura en yeso: se construye una estructura de apoyo y guía del material, se realiza sobre la misma el modelado aproximándose bastante a la forma final, pero creando ya una visión de conjunto en volumen, y, seco y endurecido el compuesto, se procede a su devastado hasta alcanzar la forma final buscada.

<sup>125</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 96.

construir los músculos superficiales, apropiadamente tensos o relajados y el resto de las formas<sup>126</sup>.

Según el equipo de investigación de Riva, la técnica boloñesa del modelado en cera fue introducida en Florencia, en 1770, por Giuseppe Galletti (?-1819), cirujano del hospital Santa Maria Novella. La gran diferencia con la escuela boloñesa, fue que en la florentina las piezas se modelaban enteramente en cera, pero no sobre huesos de esqueletos humanos<sup>127</sup>. Así, cuando la figura incluía grandes volúmenes, se podían reforzar éstos con trapos de lino y estopa, e inclusive con pequeñas piezas de madera embebidas en cera. Normalmente, las figuras de mayor tamaño, disponían de una armadura interna a base de hierro, que hacía de sostén. Estaba dotada de articulaciones en zonas puntuales de brazos, piernas y hombros, que se recubrían con telas enceradas para evitar que la corrosión pudiera atacar al miembro externo de la pieza<sup>128</sup>.

En el Real Colegio de San Carlos de Madrid, las partes blandas y delicadas de las que no se podía sacar molde directamente, se modelaban en cera, dándole la blandura del barro con trementina común y tiñéndola de almazarrón<sup>129</sup>, a partir de la disección, o teniendo la pieza natural bien disecada delante<sup>130</sup>.

Tal vez se modelase la cera en el siglo XVIII, al modo de hacer velas a mano que describe Monceau: ablandándose el pan de cera en un cubo de agua tibia de manera que no llegara a derretirse,

---

<sup>126</sup> Haviland et al., «A brief account of the use of wax models in the study of medicine», 58. Lelli utilizaba trapos empapados de cera y moldeaba sobre huesos reales. Michele Medici, *Elogio di Ercole Lelli*, in *Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna VII* (Bologna: 1856), 172.

<sup>127</sup> Alessandro Riva, Gabriele Conti, Paola Solinas, Francesco Loy, «The evolution of anatomical illustration and wax modeling in Italy from the 16th to early 19th centuries», *Journal of Anatomy* 216 (2010): 214.

<sup>128</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 25.

<sup>129</sup> Según el diccionario de la Real Academia Española, dícese del almagre, óxido de hierro rojo. Acceso el 30 de diciembre de 2014, <http://www.buscon.rae.es>

<sup>130</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 305.

[...] sólo en el caso de que el pan en cuestión fuera pequeño y fino, porque si es grueso, el interior permanece duro y, cuando se ablanda, el exterior se está derritiendo <sup>131</sup>.

A continuación, los cereros amasaban el pan de cera con las manos

[...] à fuerza de brazos, hasta que toda la masa adquiere una blandura uniforme, y que no se siente al manosearla entre las manos alguna porcion de ella mas dura que lo restante, ò algunos grumos<sup>132</sup>.

La cera, en este punto, recibía el nombre de *cera en masa*.

Existe testimonio visual de cómo los escultores, al trabajar la cera, iban haciendo modificaciones en sus modelos. Tal es el caso que se muestra de la inclinación de una cabeza (fig. 7). Se añadían pequeños trocitos en forma de bolitas en la zona seleccionada para modificar la postura<sup>133</sup>.



**FIG. 7.-** Eve. Paul Dubois. Detalle. Escultura de cabeza en cera con adición de pequeños conos para cambiar su postura inicial.

---

<sup>131</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 202, 203, 207, 208.

<sup>132</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 202, 203, 207, 208.

<sup>133</sup> France Drilhon, Anne Tassary-Lahmi, «Technologie et mise en forme», en *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon et Guilhem Scherf (Paris, RMN, 1987), 62.

## 2.2.-MOLDEADO DE LA CERA

Las propiedades físicas de la cera la hacen particularmente apropiada en las técnicas de moldeado, las tomas de impresión, en vaciado o en relieve. Para la ejecución de una figura compleja se realizará un molde<sup>134</sup> en yeso, dividido en el número de piezas necesarias para obtenerla, cerrándose el conjunto con las llamadas llaves<sup>135</sup>, efectuadas en los planos de junta de unión de parte y parte del molde. Esta técnica permite sacar numerosas réplicas en cera.

Monceau, en el siglo XVIII, describe la creación de figuras de cera a partir de moldes de yeso, compuestos por muchas piezas, que han de disponer de una abertura por donde introducir la cera derretida. El artesano, comenta, ha de separar todas estas piezas para untarlas interiormente con un pincel mojado en aceite, y, una vez hecho esto, volver a juntarlas y sujetarlas con una correílla delgada, con fuerza, para que la cera no pueda escapar por las junturas. Una vez preparado

«[...] y estando la cera en un grado de calor manso, esto es, que ni esté caliente, ni fría, la toma el operario con una cuchara, y llena el molde<sup>136</sup>».

Se deja reposar para dar tiempo a que la cera enfríe y se retira la mencionada cuerda con mucha precaución, se separan las partes que forman el molde y por último, se saca el positivo

«[...] y la dextera endurecerse por veinte y quatro horas à lo menos para poderla reparar<sup>137</sup>».

---

<sup>134</sup> Un molde es la forma envolvente de un objeto. Al separar la forma original de esta envolvente tenemos el *negativo*, esto es, una réplica exacta, pero invertida, de los volúmenes, texturas y detalles del original o positivo.

<sup>135</sup> Las llaves actúan como machihembrado para evitar el desplazamiento de las diferentes piezas del molde durante el proceso de reproducción. Son huecos o salientes de forma sencilla y poco profunda que se realizan en el plano de junta o tabique para que unas y otras formas del molde encajen y se mantengan compactas.

<sup>136</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 337-338.

<sup>137</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 337-338.

Para retocar éste último, añade, el escultor emplea

«[...] un pedazo de palo de quatro à cinco pulgadas de largo, con la una punta en forma de cuchillo, y la otra à manera de rascador»<sup>138</sup>.

Y, sirviéndose de este instrumento perfecciona la superficie quitando las rebabas (fig. 8) que provienen de las juntas de las piezas del molde<sup>139</sup>.



**FIG. 8.-Eve.** Paul Dubois. Detalle. Estatua en cera en la que pueden apreciarse las marcas de las juntas de los moldes.

Los cereros hacían así los llamados “milagros de cera”, consistentes en figuras de niños, brazos, cabezas, piernas, corazones, pechos y ojos.

Cennini es exhaustivo al detallar el procedimiento seguido para la toma de impresión del rostro y el cuerpo entero de un hombre o una mujer. Conviene que estén afeitados porque el cabello y el pelo son difíciles de reproducir. Se unta la piel con aceite de rosas

---

<sup>138</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 337-338.

<sup>139</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 337-338.

oloroso que se aplica con un pincel de marta grueso y, para dejar al modelo respirar, se le colocan en las narinas dos tubitos de latón. Se aplica yeso de Bolonia o de Volterra<sup>140</sup>, cocido, bien tamizado y fresco, y se le va añadiendo agua templada de manantial, río o pozo, sin que quede ni demasiado espeso ni demasiado fluido. Cuando fragua, se retira con sumo cuidado<sup>141</sup> (fig. 9).



**FIG. 9.-** *Moldeando el natural*. Óleo sobre lienzo. Edouard Dantan, 1887. Götborgs Konstmuseum, Gotemburgo, Suecia.

Según la investigadora Panzanelli, Vasari atribuye de modo erróneo a Verrocchio la popularización de los moldes, mientras se sabe que ya con anterioridad Cennini<sup>142</sup>, Ghiberti, Donatello y otros los utilizaban en retratística<sup>143</sup>. Para hacer registros anatómicos y máscaras mortuorias se realizó, a partir del siglo XV, el molde en yeso

---

<sup>140</sup> Yeso de Bolonia o de Volterra. Es una tiza blanca, formada por carbonato de calcio, procedente de antiguos sedimentos de minúsculas conchas marinas (foraminíferos y radiolarios) que, molidas, lavadas y secadas, dan un polvo blanco. Sin embargo aquí Cennini entiende por *yeso de Bolonia o de Volterra* un yeso auténtico y, para ser más precisos, el que se obtiene por cocción a partir del alabastro yesoso (alabastro de Volterra). Este mineral una vez cocido a unos 130 °C, da lugar al llamado *yeso para modelar*. Cennini, *El libro del arte...*, 230.

<sup>141</sup> Cennini, *El libro del arte...*, 226-232. Ver anexo I del presente estudio.

<sup>142</sup> Véase Anexo I del presente estudio, Cennini, *El libro del Arte...*, 226-234.

<sup>143</sup> Roberta Panzanelli, «Una presencia innegable: Efigies de cera en la Florencia renacentista» Trad. por Rocío Ruíz, *Sans Soleil* 5 (2013): 90.

directamente sobre el cadáver antes de que enfriara, o sobre la persona viva, previo engrasado de la piel<sup>144</sup>, según se ha estudiado.

Gaurico recomienda, como Cennini, usar para ello yeso de Bolonia, pero considera que el mármoleo es preferible por ser más resistente. Para trabajarlo ha de cocerse, poco a poco, en un horno, triturarlo y tamizarlo, mojarlo en agua tibia y verterlo inmediatamente sobre el objeto untado en aceite<sup>145</sup>.

Cellini apunta que se utilice una primera capa de yeso muy fino de Volterra, y, a continuación, una segunda, mezclando este yeso con médula de cuernos quemados en una proporción de 1/3 con 1/4 de trípoli<sup>146</sup>, y otro tanto de piedra pómez, todo muy bien triturado<sup>147</sup>. O bien, yeso fresco de modelar y ladrillo de tierra cocida muy bien molidos en relación de 2 partes de yeso por 3 de ladrillo, bañados en agua fresca pura<sup>148</sup>.

Obtenidos los moldes, se procede a la coladura de la cera. Cennini recomendaba que se untaran con aceite mezclado con polvo de ladrillo machacado<sup>149</sup>. Según Gaurico, para favorecerla, los moldes se debían cocer en un horno bien caliente y sumergirse en agua tibia hasta que quedaran saturados<sup>150</sup>. Una hora antes de verter la cera son nuevamente bañados en agua, casi en ebullición, de manera que el yeso quede impermeabilizado frente a la cera fundida, y ello facilite que se registren hasta los detalles más nimios, evitándose la formación de burbujas de aire. Y, al modo que indicaba Monceau, se engrasan las partes del molde por el interior, se juntan y fijan. Se atan con cinta de goma

---

<sup>144</sup> Drilhon et Tassery-Lahmi, *Technologie et mise...*, 66.

<sup>145</sup> Gaurico, *Sobre la escultura...*, 260, 261.

<sup>146</sup> El trípoli es un tipo de roca silíceo microcristalina, porosa, resultado de la sedimentación del cuarzo de la región de Calcedonia (antigua ciudad griega y bizantina). Acceso el 13 de marzo de 2015, <http://www.global.britannica.com>

<sup>147</sup> Cellini, *Tratados...*, 104.

<sup>148</sup> Cellini, *Tratados...*, 132.

<sup>149</sup> Cennini, *El libro del arte...*, 321. Ver anexo I del presente estudio.

<sup>150</sup> Gaurico, *Sobre la escultura...*, 262.



y se sellan las juntas con masilla o plastilina. Por un agujero dejado en la parte superior se vierte la cera fundida, procedente de un baño maría a 40-60 °C. Debe hacerse justo por encima de su rango de fusión porque si se hace la coladura con cera muy caliente existe mucho riesgo de degradarla por modificación de sus propiedades físicas, además de alterar su color natural<sup>151</sup>. Se realizan una serie de coladuras sucesivas que irán secando lentamente del exterior al interior, procurando que la cera no esté demasiado caliente porque sino se corre el riesgo de que funda la que cubre la cara interna, formándose estrías y burbujas en la superficie de sujeción. En tres o cuatro veces se obtiene un grosor de unos 3 centímetros, regular, si se ha ido moviendo e inclinando el molde para que la cera lo recubra uniformemente. La pasta se endurece en unos 20 minutos a una temperatura ambiente de 16 °C, y queda lista para ser extraída del molde.

También se puede obtener la forma del modelo a partir de la huella de un molde. En este caso se aplican capas sucesivas de cera caliente con una brocha, hasta alcanzar el espesor deseado en cada pieza del mismo. Posteriormente, las partes se sellan con calor puntual por medio de un soldador y una punta muy fina caliente, y se añade un poquito de cera en las juntas.

Si el molde se realizaba sobre un cadáver que mostrara una dolencia externa que emanara mal olor, debía de ser frotado éste con cloruro de sodio o cal mezclados con 1/6 partes de agua, para evitar el contagio y ralentizar el proceso de putrefacción en la zona. Se habían de taponar todos los agujeros, incluyendo la boca y las narinas con algodón, como medida también preventiva para el modelador<sup>152</sup>. Así, el cero-escultor Ricci realizó una colección de ceras clínicas para el Museo de Anatomía Patológica de la Universidad de Florencia. Sus *moulages* dermatológicos son impresiones realizadas sobre el órgano enfermo del paciente, ya que de otro modo no se podría haber conseguido reproducir el detalle epidérmico que poseen. Si el daño no permite actuar de

---

<sup>151</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 74.

<sup>152</sup> Lebrun, *Nouveau manuel...*, 57-58.

modo directo, se hacía una copia en yeso o arcilla y, a partir de la misma, se obtenía el modelo en cera<sup>153</sup>.

Frente al modelado de la cera para efectuar las ceras anatómicas, el taller de *La Specola* introdujo, a través de Fontana<sup>154</sup>, una técnica entonces pionera y muy elaborada, a partir de las artes del molde y el vaciado descritos, que incrementaron la verosimilitud de las piezas<sup>155</sup>. Se piensa que, una vez determinada la preparación por el anatomista, se hacía una copia exacta en tiza o en cera de baja calidad; sobre ésta se hacía el vaciado en yeso<sup>156</sup>.

La copia se llevaba a cabo a partir de zonas del cuerpo disecadas y, para ciertos órganos, como los huesos, la impresión en yeso se podía sacar directamente<sup>157</sup>.

Según Lemire se tomaba directamente sobre el cadáver antes de que se enfriara<sup>158</sup>, para registrar el cuerpo con aspecto viviente. Cuando un organismo muerto se enfría, sus ojos se cierran y crean arrugas, la nariz y la boca se hunden, las mejillas se tensan. Toda la fisonomía y carácter de la figura humana se alteran y lo mismo ocurre con todos sus miembros. El molde debe realizarse con el cuerpo en caliente para evitar registrar la muerte. También podía hacerse sobre la persona viva, engrasándole previamente la piel y permitiéndole respirar por un tubo, como ya indicara Cennini<sup>159</sup>.

---

<sup>153</sup> Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rossi, R. Santi, Laura Speranza, «The wax Collection at the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», *OPD Restauro* 21 (2009): 30.

<sup>154</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax modeling in Italy from the 16<sup>th</sup> to early 19<sup>th</sup> Centuries», 214.

<sup>155</sup> Lucia Dacome, «Waxworks and the performance of anatomy in mid-18th-century Italy», *Endeavour* 30 (2006): 31-34.

<sup>156</sup> Georges Didi-Huberman, *Ouvrir Vénus. Nudité, rêve, cruauté* (Paris: Gallimard, 1999), 38.

<sup>157</sup> Bazarte Martínez, «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía », 22.

<sup>158</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 68.

<sup>159</sup> *De qué forma se le permite respirar a la persona de cuyo rostro se quiere hacer un vaciado. Cennini, El libro del Arte*, 228. Ver Anexo I del presente estudio.

En las zonas pubianas se podía aplicar una barbotina -grasa o arcilla mezclada con mantequilla-, para proteger las vellosidades y darles volumen<sup>160</sup>. Una vez untada la parte a reproducir para impedir que el yeso se adhiriese, se vertía éste en estado líquido para que penetrara bien hasta en las más recónditas cavidades. Cuando tomaba consistencia, se cortaba la cubierta en pequeños pedazos, y así se conservaban todas las oquedades de la pieza. Con este fin se añadían hilos a la mezcla que permitían una mejor fragmentación. El modelo obtenido tenía, en negativo, todo el relieve de la disección<sup>161</sup>.

Para representar un aparato u órgano complejo

«[...] se requería de muchas disecciones sucesivas, y muchos cadáveres – cuatro o cinco para una cabeza anatómica»<sup>162</sup>.

El vaciado se convertía en la matriz de la preparación definitiva, que requería una sólida experiencia en el manejo y preparación de las ceras. Primeramente, como ya se ha comentado, se untaba la impresión de yeso con jabón o aceite de nuez, de forma que los poros quedaran tapados y se facilitara la separación posterior de la forma. Zumbo aplicaba agua saponificada- agua con jabón-, aceite o grasa animal<sup>163</sup>. No se debía dar un exceso de aceite, sólo el suficiente para evitar que el yeso quedara adherido al cadáver, porque ello podía producir la aparición de burbujas en el molde y estropear el registro<sup>164</sup>. A continuación, se vertía una primera capa de cera líquida coloreada; una vez seca ésta se vertía una segunda, después una tercera y así sucesivamente, disminuyendo la temperatura de cada nueva capa. Debía de trabajarse de esta manera porque si se aportaba de una vez todo el grueso en cera, se calentaba la masa, se desprendía y no fraguaba. Solían introducirse cuerdas entre la cera y el yeso para facilitar el desmoldado

---

<sup>160</sup> Georges Didi-Huberman, «L'air et l'empreinte», en *À fleur de peau. Le moulage sur nature au XIXe siècle*. (Paris: RMN, 2001), 45.

<sup>161</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 68-69.

<sup>162</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 68.

<sup>163</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 22.

<sup>164</sup> Lebrun, *Nouveau manuel...*, 55.

sin que éste llegara a estar seco. Dentro del molde se introducía algún material pesado de sostén como barras de hierro o se rellenaba por completo con cera<sup>165</sup>.

El espesor y el tinte variaban en función del tejido representado:

En las piezas de ejecución más fina, la primera capa, de uno o dos milímetros de espesor, era aplicada con un pincel y su color era más claro que el material subyacente, de manera que se lograra un efecto de transparencia<sup>166</sup>.

En ocasiones, según revela la técnica de Zumbo, el primer estrato podía ser o sólo de cera o ya de cera y resina, levemente coloreada o blanca. El segundo estrato de cera de abeja virgen mezclada con resina de colofonia y el tercero de idéntica composición al segundo, pero con mayor contenido en resina para sellar y servir de soporte a las primeras capas<sup>167</sup>.

En los casos en que el modelo anatómico constaba de diversas piezas,

[...] una vez retirado el vaciado, se pulía la pieza y con las correspondientes herramientas se hacían las estrías, se aplicaban los órganos, los vasos sanguíneos y los nervios etc.<sup>168</sup>.

Por ejemplo, para hacer la reproducción de un brazo, en primer lugar se construía un soporte que constituía el esqueleto del mismo. A continuación, se moldeaba aparte el músculo y se ubicaba en su posición funcional con ayuda de una espátula caliente. Al final, todo el conjunto se colocaba

---

<sup>165</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax modeling in Italy from the 16<sup>th</sup> to early 19<sup>th</sup> Centuries», 215.

<sup>166</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 69.

<sup>167</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 22.

<sup>168</sup> Didi-Huberman, *Ouvrir Vénus...*, 39.

[...] en el estuche dérmico y epidérmico, vaciado en capas sucesivas, y se ensamblaban fácilmente, debido al carácter fundible de la cera<sup>169</sup>.

Ha de señalarse que uno de los principales problemas que se plantea en el proceso de fundición es que la cera de abejas se contrae considerablemente cuando fragua, por lo que, a diferencia del yeso, que al expandirse durante el secado imprime todo detalle, la cera realiza un registro más velado. Por ello, el acabado y tallado manual finales se hubieron de convertir en imprescindibles para la obtención de modelos tan precisos. Otro problema derivado de la contracción es la aparición de posibles deformaciones, por lo que sólo las piezas pequeñas se podían fundir sólidas. Razón por la cual, se hacían huecas las grandes figuras. Se realizaban los miembros en capas finas a modo de caparazón de no más de 1 a 3 centímetros de espesor. A menudo, se rellenaban con materiales de refuerzo como yeso apagado mezclado con una mínima cantidad de cera<sup>170</sup>.

En la escuela francesa, el proceso de coladura de la cera en el molde de yeso era exactamente igual a como se realizaba en la escuela italiana, con una pequeña salvedad. Se ha de tener en cuenta que Desnoues, solicitó los servicios de Zumbo, quien en 1701 viajó a París y pudo contribuir a que Pinçon mejorara la técnica en el Colegio de Cirugía de la capital<sup>171</sup>.

Jaquet, moldeador de cera del Museo Nacional del Louvre, realizaba los moldes de partes humanas de la siguiente manera: la parte del cuerpo a reproducir debía estar, a menos que se tratase del cabello, las cejas o el vello pubiano, totalmente afeitado (torso, espalda, brazos y piernas). Así preparado y limpio, se le aplicaba una capa de aceite de oliva. A continuación, otra a pincel, una finísima capa de yeso y, por último, se disponía el hilo o hilos allí donde se fuera a dividir el molde para ayudar al desmoldado. Hasta aquí el método era el tradicional utilizado en la escuela italiana, sin embargo, en Francia,

---

<sup>169</sup> Lemire, «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera», 69.

<sup>170</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 97.

<sup>171</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 302.

se aplicaba una fina muselina<sup>172</sup>. Cuando estas capas habían adquirido consistencia, se daba una segunda más espesa de yeso. La muselina servía para mantener la humedad y favorecer la adhesión entre los diferentes estratos de yeso. Se dejaba enfriar y ya duro se abría. Esta tela permitía un registro milimétrico no necesitando crear, al utilizarla, un molde grueso, porque además aportaba consistencia. Asimismo, evitaba la presión que el yeso pudiera ejercer sobre el cuerpo registrándose deformaciones inexistentes<sup>173</sup>.

Fuentes documentales señalan que Baretta, para realizar los *moulages* dermatológicos, interponía entre el molde y el modelo, sobre todo en las zonas del pecho y el torso, esta muselina. Dado que, a menudo, tomaba la impresión de personas vivas, el citado tejido se utilizaba para evitar el efecto que podía causar la respiración del modelo en forma de pequeñas grietas<sup>174</sup>.

En la escuela española, la técnica es idéntica a la italiana, de hecho, en el Real Colegio de Cirugía de San Carlos, trabajaba el cero-escultor Franchesqui, natural de Volterra<sup>175</sup>. Bonélls y Lacaba, indican que, antes de echar la pasta en el molde, se había de retirar con un naípe la espuma que hacen la cera y la trementina. Los moldes tenían que tener un cierto grado de humedad. Para ello, se desarmaban, se introducían sus piezas en agua tibia, y, tras enjuagarlas con un paño, se volvían a armar, y se ataban fuertemente. La pasta caliente tenía que ser vertida dentro del molde sin interrupción, dándole vueltas durante todo el tiempo del proceso, a fin de que se extendiera por el total del área del mismo.

Se dejaba enfriar, se desataba y desarma en un lugar donde no corra el aire para que la pieza no se raje al sacarla<sup>176</sup>.

---

<sup>172</sup> La muselina es una tela fina y transparente originaria de Mosul. Acceso el 29 de diciembre de 2014, <http://lema.rae.es/drae/?val=muselina>

<sup>173</sup> Lebrun, *Nouveau manuel...*, 57-58 y 165-166.

<sup>174</sup> Edouard Papet, «Technique: saisir la nature sur le fait», en *À fleur de peau. Le moulage sur nature au XIXe siècle* (Paris: RMN, 2001), 76.

<sup>175</sup> Para más información sobre este cero-escultor consúltese el Capítulo III del presente estudio.

<sup>176</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 304.

Si la figura era pequeña se trabajaba una masa compacta sin necesidad de esqueleto interno sustentante. Sin embargo, una figura de gran tamaño requería de una estructura interna maciza, o bien de una armadura de sujeción, que se realizaba en metal. Por dentro de las partes huecas, para darles consistencia y solidez, se pasaban barras de hierro, rellenando los huecos con estopa (fig. 10) empapada en cera derretida.



**FIG. 10.-** Parte trasera de un modelo obstétrico en cera de la escuela española en cuya base puede observarse que el interior del mismo se ha rellenado con estopa embebida en cera. Cera anatómica del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España.

«[...] es menester, que la barra que pasa por la pierna sobre la que se apoya la estatua, atraviese la peana y remate en rosca,<sup>177</sup>»

asegurándola con un tornillo, en el caso de los modelos erguidos. Para mayor seguridad, la mano del brazo opuesto a la pierna sobre la que la escultura descansaba, se adhería y

---

<sup>177</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 307.

apoyaba sobre un tronco de árbol o una columna a no ser que la estatua esté apoyada sobre sus dos pies, y ambos se afiancen con tornillos al pedestal<sup>178</sup>.

### 2.3.- ACABADOS FINALES

Para el retoque y acabado del modelo anatómico, obtenido a partir de un molde, se utilizaban las técnicas clásicas de pulido y talla. Cuando el modelo estaba frío se podía trabajar con cuchillas, raspadores y lijas de distinta graduación, preferiblemente lijas al agua. Para limpiar los utensilios bastaba con calentarlos o sumergirlos en agua hirviendo para así poder continuar con el trabajo manual, porque la cera se va quedando adherida, embotándolos. Normalmente, se comenzaba eliminando las rebabas y sobrantes de cera con una cuchilla, y se equilibraba y nivelaba la superficie con rasquetas y cuchillas que se pasaban suavemente en distintas direcciones. Si existía alguna falta o poco espesor en alguna zona de la pieza, se podían añadir trocitos de cera incorporándolos con una espátula caliente o un soldador, y se volvía a igualar la superficie una vez enfriara ésta.

Las figuras recibían un acabado brillante (irisado) en consonancia con los ideales estéticos de la anatomía Barroca<sup>179</sup>, mediante la realización de su pulimentado, con ayuda de un algodón embebido en alcohol<sup>180</sup> o de un pincel suave impregnado de esencia de trementina<sup>181</sup>. Para favorecer el acabado se podía dar a brocha una capa de cera abrillantadora o betún incoloro. El pulido se realizaba frotando, sin ejercer un exceso de presión.

---

<sup>178</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 307.

<sup>179</sup> Thomas Schnalke, «Dissected limbs and the integral body: on anatomical wax models and medical moulages», *Interdisciplinary Sciences Reviews* 29 (2004): 316.

<sup>180</sup> Drilhon et Tassery-Lahmi, *Technologie et mise...*, 68.

<sup>181</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 26.



Los cereros franceses del siglo XVIII, no así los españoles ni los italianos, daban el siguiente acabado a las velas para que no se jaspearan, echaban en la cera que sirve para acabar, un diez por ciento de cera corrompida<sup>182</sup>.

No se tiene constancia de que se hiciera tal cosa en los modelos anatómicos, pero de alguna manera habían de evitar las manchas menos transparentes y/o desiguales que se formaran al enfriarse una pasta de cera que no hubiera sido convenientemente calentada, caso de haber ocurrido esto. Llamaban *corrompida* a la cera que tras un proceso específico,

[...] parece queso blanco quando está blanda, porque [...] ha perdido su ductilidad[...] Esta cera no es dúctil, porque [...] encierra entre sus partes una corta porcion de agua, lo que se verifica en que [...] quando se la derrite con otra cera, se parece el baño à la leche<sup>183</sup>.

También cabe la posibilidad de que dieran veladuras de color sobre las posibles imperfecciones, con un pincel suave. Jugando con la cera teñida en masa y con los retoques de color finales conseguían un realismo tanto mayor. El tono perlado de los tendones se imitaba, en ocasiones, aplicando polvo de oro al sutil estrato de cera incolora<sup>184</sup>.

La texturización de ciertas partes, en caso de necesitarse, se podía crear en hueco o en relieve, teniendo siempre en cuenta que la cera obtenida iba a ser el negativo del molde en yeso. Terminada la figura anatómica, sobre todo en el caso de los *moulages* dermatológicos, se imprimía la textura sobre una lámina también de cera. Para ello, se fundía la pasta al baño maría y se aplicaba con un pincel sobre la textura a reproducir o se sumergía el objeto, que la iba a aportar, en el material. Se enfriaba el conjunto con agua y se separaba quedando la impresión en la laminilla. Posteriormente, se aplicaba

---

<sup>182</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 337-338.

<sup>183</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 204.

<sup>184</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 26.

sobre la pieza o, inclusive, podía servir para hacer un modelo textural con un molde de yeso.

Muchos de los detalles en superficie, como la estriación de los músculos, se realizaban a través de un meticuloso tallado y/o raspado con herramientas de marfil o metal caliente<sup>185</sup>.

Los capilares sanguíneos, venas, arterias y nervios, se aplicaban en la última etapa dejando escurrir sobre el modelo la cera líquida por un hilo de algodón o alambre fino de hierro, quedando así con el grosor, forma y delicadeza del mismo, y permitiendo esta sencilla técnica el intrincado dibujo de estos vasos.

Para la colección del Museo de Anatomía Patológica de la Universidad de Florencia, el cero-escultor Giuseppe Ricci realizó los vasos con hilos de hierro o algodón recubiertos de cera<sup>186</sup>.

Un claro ejemplo de la técnica y virtuosismo alcanzados en la representación de los vasos sanguíneos es el *Despellejado* (fig. 11) de *La Specola*. Un siglo antes, el anatomista italiano, Malpighi, había expuesto que no era posible reproducirlos con pluma ni con técnica alguna de grabado<sup>187</sup> y ahora un cero-escultor italiano lo lograba en tres dimensiones con cera.

---

<sup>185</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 96 y Gabbriellini et al., «The wax Collection of the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 34.

<sup>186</sup> Gabbriellini et al., «The wax Collection of the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 31.

<sup>187</sup> Loris Premuda, «Ceroplástica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua», *Image* 48 (1972): 21.



**FIG. 11.-** *Despellejado* conocido como *Idolo* o *Apollo* y estudio arterial. Cera. *La Specola*, Florencia, Italia. Evoca al Adán que despierta a la vida, pintado en la Capilla Sixtina por Michelangelo.

Bonélls y Lacaba recogen en su *recetario*, al referirse al gabinete de ceroplástica del Real Colegio de San Carlos de Madrid, que las arterias, venas y nervios se realizaban con un alambre, hilo fino o de seda. Se elegía una pasta cerosa del tono adecuado, se derretía, y una vez licuada se introducía en ella un palillo horquillado en el cual se hacía deslizar, varias veces, por dentro del alambre, el hilo de algodón o seda, hasta alcanzar el grueso deseado. Para imitar vasos y nervios se enrollaba la pasta cerosa caliente sobre una placa de mármol humedecida, con la ayuda de una paleta de madera también mojada. Para los vasos linfáticos se trabajaba de modo parecido y sus nudos se conseguían por medio de un hilo de seda que se hacía pasar por dentro de la pasta derretida realizando un movimiento *trémulo* y, si era necesario, los nudos se podían retocar y perfeccionar con la puntita de un pulidor calentado (fig. 12). Las membranas también se disponían al acabar el modelo. Se hacían con pasta fría calentada y rociada con agua -para que no se pegara a la mesa ni a los instrumentos- y con un aplanador se les daba la finura pertinente, y se aplicaban a las partes que debían de cubrir<sup>188</sup>.

---

<sup>188</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 305, 306.

**FIG. 12.-** Drenaje linfático del Torso. Detalle.  
Cera. Museo *Javier Puerta*, Facultad de Medicina  
de la UCM. Madrid, España.



Los modelos que incluyen la cabeza, muestran ojos artificiales de cristal (fig. 13) y pelo natural. Las pestañas y los cabellos eran implantados, pacientemente, uno a uno. Algunas Evas están adornadas con ornamentos como collares de perlas. En ocasiones los ojos sólo poseen el iris en cristal de color, mientras que el resto del globo ocular está hecho de cera<sup>189</sup>.



**FIG. 13.-** Colección de ojos de cristal de época. Principios del  
siglo XIX. Museo Josephinum, Viena, Austria.

<sup>189</sup> Gabbriellini et al., «The wax Collection of the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 34.

Muchas ceras anatómicas se han rodeado de telas drapeadas que imprimen al modelo de cierta teatralidad (fig. 14). Según Premuda, se inspiraron en la pintura flamenca del siglo XV y

[...] tal recurso estilístico hace pensar en los «nazarenos», grupo de artistas alemanes que trabajaban en Roma, a comienzos del siglo XIX, animados por un idealismo romántico de rebelión contra el neoclasicismo imperante entonces<sup>190</sup>.

Para la investigadora Laura Speranza, del equipo de Gabbriellini, las telas focalizan al espectador hacia la patología representada, en el caso del *moulage* dermatológico, y le aportan una elegancia tal, que pareciera que la figura procede de una composición neoclásica<sup>191</sup> (fig. 15).



**FIG. 14.-** *Moulage* dermatológico. Cera. Colección del Hospital Saint Louis. París, Francia.



**FIG. 15.-** *Retrato de una mujer*. Óleo sobre tabla. Robert Campin, h. 1430. National Gallery, Londres, Reino Unido.

---

<sup>190</sup> Premuda, «Ceroplastica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua», 22.

<sup>191</sup> Gabbriellini et al., «The wax Collection of the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 3.

En el gabinete de *La Specola*, la mayoría de los modelos terminados eran reforzados colocándolos sobre tablas de maderas nobles (fundamentalmente de palo de rosa) cubiertas por sábanas de seda<sup>192</sup>. En la fig. 15 puede observarse el drapeado característico de la pintura flamenca del siglo XV que se emulaba en los *moulages* en cera.

Concluidas las piezas, continúan Bonélls y Lacaba, se les daba una buena capa de barniz transparente, y así se conservaban inalterables sus colores y, adquirirían un pulido, que aparenta la humedad que tienen naturalmente las partes de nuestro cuerpo cuando se descubren con el escalpelo. Ello, añaden, las protege de la humedad y el polvo de forma que se puedan limpiar con una brocha o pincel mojado en una disolución a base de jabón<sup>193</sup>.

Se aplicaron barnices transparentes de sandárac<sup>194</sup> o Shellac<sup>195</sup> para dar un acabado satinado a la superficie, modulando además el color, y protegiéndolas. De hecho, al ir a restaurar una cabeza atribuida a Zumbo, se encontraron piezas barnizadas a base de goma laca<sup>196</sup>.

El equipo de investigación italiano de Gabbriellini asegura que el cero-escultor Calamai, para conseguir un tono rosado en la carne, aplicaba un barniz coloreado y que Ricci, con objeto de reproducir las lesiones de una patología, daba un médium frío sobre el barniz<sup>197</sup>.

---

<sup>192</sup> Riva et al., «The Evolution of Anatomical Illustration and Wax Modelling in Italy from the 16<sup>th</sup> to early 19<sup>th</sup> Centuries», 215.

<sup>193</sup> Bonélls y Lacaba, *Curso completo...*, 303.

<sup>194</sup> La sandárac<sup>a</sup> o sandaraca es una resina amarillenta que se obtiene del enebro, del araar y otras cupresáceas. La resina es una exudación natural del árbol, pero se estimula su producción realizando incisiones en la corteza. Acceso el 3 de marzo de 2015, <https://www.ucm.es/data/cont/docs/106-2013-05-14-10.pdf>

<sup>195</sup> Shellac es la denominación inglesa que se le da a la goma laca.

<sup>196</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 89.

<sup>197</sup> Gabbriellini et al., «The wax Collection of the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 34.

A día de hoy, uno se mantiene en pie ante un modelo anatómico en cera y, dada su extrema complejidad, aún no comprende cómo pudieron realizarlos, se llevaron el secreto con ellos. Como indicó Monceau

Es lástima que esté tan arraigado en muchos la infeliz preocupacion de guardar como secreto inviolable todo aquello que à fuerza de su práctica, y propio estudio ha adelantado cada q[u]al en su respectivo Oficio<sup>198</sup>.

---

<sup>198</sup> Monceau, *Arte de cerero...*, 6.

## **PARTE 2.- CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE ESCULTURAS DE CERA**

---





## **CAPÍTULO V**

---

### **PRINCIPALES AGENTES DE DETERIORO**





En este capítulo se analizan los principales agentes de deterioro que afectan a las colecciones de ceroplástica anatómica. Ello es esencial para reflexionar sobre las medidas a implementar de cara a la conservación de las mismas.

## **1.-EVALUACIÓN DE RIESGOS**

El riesgo significa técnicamente “la posibilidad de pérdida”. Esto es, el detrimento acumulativo y progresivo del modelo en cera provocado por agentes de deterioro extrínsecos tales como la luz, la temperatura, la contaminación o los insectos, entre otros, e intrínsecos, aquéllos derivados de la propia naturaleza y composición de sus elementos constitutivos. Conservar una obra elaborada con este material equivale a reducir todas esas eventuales “posibilidades de pérdida” a que se ve sometida, y en consecuencia, implica saber administrar los riesgos que corre.

«Una escala adecuada para pensar en términos de riesgo es la de cien años<sup>1</sup>.»

Los modelos anatómicos en cera envejecen con el paso del tiempo, caen a menudo en el olvido y terminan por ser expuestos o almacenados no siempre en las mejores condiciones. La conservación-restauración de este tipo de colecciones abarca dos etapas de toma de decisiones. En la primera, se debe seleccionar lo que puede y debe ser salvaguardado, ¿por qué preservamos estas esculturas en particular?. Una segunda fase consiste en reducir los daños futuros a partir de la evaluación y la gestión de las alteraciones actuales que les están afectando. Así, por ejemplo, cuando un modelo en cera se extrae de su contexto habitual y se traslada a un lugar expositivo temporal, se produce un notable cambio en las condiciones medioambientales y de iluminación del mismo que pueden alterar su equilibrio.

---

<sup>1</sup> Stefan Michalski, «Preservación de las colecciones» en *Cómo administrar un Museo: Manual práctico* (París: ICOM, 2006), 52.

Además de esta evaluación de riesgos, existen otros tipos de estudios a realizar para la preservación de los modelos anatómicos entre los que cabe destacar: un análisis de las necesidades de conservación-restauración de cada una de las piezas y, a partir de ello, una prescripción de necesidades en relación a su conservación preventiva. Un conservador-restaurador especializado debería encargarse de inspeccionar con regularidad las esculturas para evaluar su estado y los riesgos que sufren, además de proponer, en tal caso, soluciones.

## **2.-AGENTES DE DETERIORO INTRÍNSECOS**

Los agentes de deterioro intrínsecos son aquéllos que degradan el bien cultural debido a la propia naturaleza de sus materiales constituyentes y a su técnica de ejecución. También llamados endógenos, se definen como las fuerzas, sustancias u organismos que actúan en la conservación de la obra de arte desde su interior o en el interior de la materia que la compone, activando procesos degenerativos<sup>2</sup>.

El estado de conservación de los modelos en cera va a depender de la composición química de sus materiales y de sus propiedades físicas. Una cera anatómica presenta una importante heterogeneidad de elementos constitutivos, a destacar: por una parte, la propia pasta cerosa con sus diversos componentes (ceras, grasas, resinas, colorantes y pigmentos naturales, etc.), y, por otra, los elementos añadidos para otorgar mayor realismo a la figura (cabello humano, pestañas y cejas o vidrio para los ojos). Cada uno de estos materiales tiene una respuesta diferente frente al paso del tiempo y a la acción directa de los agentes de deterioro, fundamentalmente los de carácter ambiental. Un factor a tener en cuenta es la posible inexistencia de película alguna de protección de barniz en la escultura.

En relación a las pastas cerosas, por tratarse de mezclas de sustancias casi del todo saturadas, las ceras naturales no sufren oxidación ni polimerización. Al contrario,

---

<sup>2</sup> Cristina Giannini y Roberta Roani, *Diccionario de restauración y diagnóstico* (San Sebastián: Nerea, 2008), 20.

presentan una notable inercia a cualquier tipo de alteración química, lo que demuestra el análisis de restos de este material procedentes de periodos muy antiguos que han presentado una composición casi inalterada<sup>3</sup>. Corroboraba Murrel, ya en el año 1971, que la cera, en principio, no sufre grandes alteraciones químicas con el paso del tiempo, a parte, como va a verse a continuación, de fenómenos de contracción y de su carácter quebradizo<sup>4</sup>.

La cera de abejas es el constituyente principal de los modelos anatómicos creados en el siglo XVIII. Con el envejecimiento natural, este producto oscurece, aumenta su acidez y su polaridad, y sufre un endurecimiento considerable<sup>5</sup>. La cera pura mezclada sólo con pigmentos presenta una excelente resistencia a la tracción y, a medida que se añaden a la pasta plastificantes, ésta se hace más maleable, pero pierde una parte de su tenacidad a la tracción<sup>6</sup>.

A nivel mecánico, las propiedades de la mezcla cerosa se van viendo modificadas con el paso del tiempo, y la alternancia de contracciones y dilataciones termina por afectar a su elasticidad inicial, con lo que se torna frágil, además de por la presencia de plastificantes y endurecedores en su composición. Se rompe con facilidad y está sujeta a retracciones que, a menudo, derivan en la formación de fisuras y desuniones.

Al incluir como aditivos cuerpos grasos, tales como el sebo y la manteca de cerdo, su envejecimiento -que conlleva fenómenos de hidrólisis y oxidación, con la degradación parcial de sus triglicéridos-, puede manifestarse en la superficie de los modelos en forma

---

<sup>3</sup> Isabel Garófano Moreno, «Materiales orgánicos naturales presentes en pinturas y policromías. Naturaleza, usos y composición química», *Revista ph* 80 (2011): 64

<sup>4</sup> Vernon J. Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», *Studies in Conservation* 16 (1971): 97.

<sup>5</sup> Alicia Sánchez Ortiz, «Cuerpos en cera del Real Colegio de Cirugía de San Carlos. De la creación de modelos anatómicos a la conservación de bienes culturales», en *Modelos y maquetas: la vida a escala* (Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014), 129.

<sup>6</sup> Alain Roche, Stéphanie Doucet, «Propriétés mécaniques des peintures à la cire et à l'encaustique», *Technè* 23 (2006): 23.

de cristalizaciones blancas, ricas en ácido palmítico y esteárico, y en supuraciones oleosas<sup>7</sup>.

En relación a otros componentes de las pastas cerosas, el tiempo hace que la trementina origine craquelados<sup>8</sup>.

En el siglo XIX fue usual añadir almidón a las mezclas de cera. Se trata de un polisacárido, que, adicionado en grandes cantidades, puede generar con el tiempo un importante debilitamiento estructural en la pasta cerosa utilizada para la elaboración de la escultura, con la consecuente aparición en la misma de moho<sup>9</sup>.

También se puede producir un velo blanquecino sobre la cera por deterioro del barniz protector (caso de poseerlo) que, tiende a polimerizar y cristalizar. Esto provoca un fino cuarteado superficial<sup>10</sup>.

La cera pura es un material que apenas se decolora. Sin embargo, los colorantes y pigmentos orgánicos utilizados para teñirla tienden a perder intensidad cromática con el envejecimiento, y el barniz protector del modelo genera su amarilleamiento y pérdida de brillo. Todo ello va a provocar una modificación de las tonalidades en las diversas partes anatómicas. Se produce un oscurecimiento y la pigmentación original se ve afectada. La adición a la cera de plastificantes y endurecedores favorece la decoloración de la misma<sup>11</sup>.

---

<sup>7</sup> Didier Besnainou, «Conservation et Restauration», en *Sculptures en cire de l'ancienne Égypte à l'art abstrait*, (Paris: RMN, 1987), 74 y Sylvie Colinart, «Matériaux constitutifs», en *Sculptures en cire de l'ancienne Égypte à l'art abstrait* (Paris: RMN, 1987), 43.

<sup>8</sup> Didier Besnainou, *Cire et cires: étude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation des œuvres céroplastiques* (Paris: Institut Français de Restauration des Ouvres d'Art, 1984): 50.

<sup>9</sup> Alicia Sánchez Ortiz, Sandra Micó Boró, «Preventive Conservation Strategies for Wax Bodies in Scientific University Collections», *Conservation Science in Cultural Heritage* 12, (2012): 217, 219.

<sup>10</sup> Chiara Gabbriellini, Gabriela Nesi, Francesca Rossi, R. Santi, Laura Speranza, «The wax Collection at the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on Technical manufacture and treatments», *OPD Restauro* 21 (2009): 35.

<sup>11</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 97.

Los pigmentos minerales pesados presentes en la masa tienden a gravitar sobre las partes más bajas del molde durante el proceso de enfriamiento de la cera, una vez ha sido vertida ésta en estado líquido. Como consecuencia de ello pueden producirse diferencias de color y textura entre las zonas más profundas y las más superficiales de las pastas que conforman la figura final, y también podrían aparecer, con el tiempo, manchas oscuras en zonas en relieve donde, además, el acabado de la cera puede presentarse más granuloso<sup>12</sup>.

El esqueleto interno de un modelo - caso de poseerlo - puede debilitarse en extremo hasta fragmentarse, lo cual repercutirá a nivel estructural en toda la pieza o en la parte de la misma afectada por el deterioro. Suele tratarse de una estructura en metal que puede sufrir oxidación perdiendo resistencia, aunque para ello ha de estar en contacto con agua o vapor de agua.

Por dentro estas esculturas eran rellenadas de estopa<sup>13</sup> embebida en cera. Esta fibra natural, de origen vegetal, se considera de las más resistentes porque en su fabricación no se requiere la adición de ácidos ni cloros para el tratamiento de sus impurezas. Está constituida por hemicelulosa, peptina y principalmente lignina, y presenta un módulo de elasticidad alto<sup>14</sup>. Las características relativas a su porosidad, densidad absoluta y esfuerzo a la tensión, esto es, sus cualidades intrínsecas, son de tal estabilidad y tenacidad, que en la actualidad se utiliza en el refuerzo de hormigones, aportándose muy poca cantidad, en torno a un 1,5%, lo que mejora las cualidades mecánicas de los mismos<sup>15</sup>. El investigador en ingeniería civil, Vicente René Hernández, ha determinado

---

<sup>12</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 97.

<sup>13</sup> La estopa es la parte basta o gruesa del lino o del cáñamo que queda en el peine cuando se cardan. Se fabrica una tela muy dura con la misma además de cuerdas. Acceso el 30 de marzo de 2015, <http://es.thefreedictionary.com/estopa>

<sup>14</sup> Sandra Liliana Quintero García, Luis Octavio González Salcedo, «Uso de la fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto», *Ingeniería y Desarrollo* 20 (2006): 135, 136, 137, 139. Acceso el 30 de marzo de 2015, <http://www.redalyc.org/pdf/852/85202010.pdf>

<sup>15</sup> De hecho se prefieren a las fibras sintéticas de acero y vidrio. Vicente René Hernández, «Uso de fibras de bagazo de caña en concreto. Tratamiento de las fibras con parafina», (tesis doctoral, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Veracruzana 2008), 11, 13, 16.



que la estopa embebida en cera parafina, a 100 °C, durante 5 minutos, aumenta su resistencia natural al esfuerzo y las cargas de flexión, y ello la previene del ataque de hongos y levaduras, así como de otras bacterias y la acción del agua, impermeabilizándola por completo<sup>16</sup>.

En ocasiones, estas esculturas disponen de piezas de madera y descansan sobre peanas, elaboradas con este material. La madera se compone en un 50% de celulosa y otro 50% de hemicelulosa y lignina, lo que la hace intrínsecamente estable. La lignina se ubica en los anillos interiores (duramen) de los troncos de los árboles y por ello es más inalterable. Por sus cualidades intrínsecas puede sufrir debilitamiento en contacto con las estructuras de metal oxidadas que soportan los modelos artificiales y las atraviesan. Su deterioro mecánico se encuentra en función de su contenido en agua lo que infiere en su pudrición con el envejecimiento<sup>17</sup>.

### **3.-AGENTES DE DETERIORO EXTRÍNSECOS**

Los agentes de deterioro extrínsecos son aquéllos que producen alteraciones en las obras de arte debido a causas externas. También se conocen como agentes exógenos, que se definen como los factores meteorológicos, termohigrométricos y biológicos, como agua, calor, humedad o bacterias, que provocan alteraciones físicas, químicas y biológicas seguidas de fenómenos de degradación<sup>18</sup>.

Según el sistema de clasificación elaborado por el CCI (Canadian Conservation Institute), existen nueve agentes que pueden provocar el deterioro o pérdida en las colecciones de

---

Acceso el 30 de marzo de 2015, <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32843/1/hernandezvicenterene.pdf>  
La estopa es uno de los productos derivados del bagazo de caña. René Hernández, *Uso de fibras...*, 24.

<sup>16</sup> René Hernández, *Uso de fibras...*, 13, 14.

<sup>17</sup> Protección de la madera. Sin paginar. Acceso el 30 de marzo de 2015, [http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion\\_general\\_77\\_proteccion.pdf](http://www.infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_77_proteccion.pdf)

<sup>18</sup> Giannini y Roani, *Diccionario de restauración...*, 20.

modelos anatómicos en cera<sup>19</sup>. A continuación, se procede a analizar brevemente cada uno de ellos.

### 1.-FUERZA FÍSICA DIRECTA

Las fuerzas físicas puede dañar a este tipo de objetos, de forma directa, por causar en ellos deformaciones y estrés material. Y de forma indirecta debido a colisiones. Actúan en mayor o menor medida en función de la fragilidad de las obras y los modelos anatómicos en cera de la colección madrileña, tras dos siglos de edad desde su creación, se han tornado débiles por pérdida de flexibilidad. Pueden generar a nivel estructural desde pequeñas fisuras y pérdidas de material céreo hasta la fragmentación y rotura de los diferentes elementos que los componen. Se ha de tener en cuenta que, en su origen, estas esculturas pudieron sufrir alteraciones de este tipo debido a que eran manipuladas para la enseñanza de la anatomía y la obstetricia.

En relación con este factor encontramos cinco tipos de efectos<sup>20</sup>:

-IMPACTOS. Es el resultado de un choque con otro objeto, más o menos grave, que puede afectar a una pequeña área del mismo o a todo el conjunto.

-SHOCK. Se trata de un impacto muy severo que origina grandes deformaciones por desplazamiento y tensiones en los objetos o ciertas partes anatómicas de los mismos que generan la fatiga mecánica de sus materiales constitutivos. Es uno de los principales daños que se producen durante la manipulación y el transporte de estas esculturas.

-VIBRACIONES U OSCILACIONES DESDE UN PUNTO DETERMINADO DEL OBJETO. Actúa sobre su equilibrio en función de la elasticidad que presente la cera con el paso del tiempo. La propia fragilidad que el material presenta a día de hoy en estos artefactos es motivo de

---

<sup>19</sup> Canadian Conservation Institute. Agents of deterioration, acceso el 31 de enero de 2015, <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/index-eng.aspx>  
Michalski, *Preservación...*, 51, 54-55.

<sup>20</sup> Agentes de deterioro: fuerzas físicas. Acceso el 31 de marzo de 2015, <https://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap01-eng.aspx#def1>

ellas. También pueden deberse al transporte en vehículos de estos objetos. De forma indirecta se dan por temblores de tierra naturales o derivados de la circulación de vehículos en áreas circundantes al ambiente expositivo.

-PRESIÓN POR EFECTO DE LA GRAVEDAD (EL PROPIO PESO DEL OBJETO) O DE LA MANIPULACIÓN de los modelos anatómicos a nivel humano. Crea tensiones internas e inclusive deformaciones que pueden originar fragmentaciones.

-ABRASIONES. Se producen entre superficies que se encuentran en contacto, en este caso el metal con la cera y la cera con la madera. Suelen aparecer tras una larga exposición a vibraciones y afecta, sobre todo, a las superficies más frágiles.

## **2.-ROBOS Y VANDALISMO**

Las medidas de seguridad suponen una necesidad imperiosa en cualquier institución cultural, sobre todo si es de carácter público. Cualquier objeto de valor, perteneciente a una colección, debe disponer del mejor de los niveles de protección.

Los modelos en cera, pequeños y fáciles de transportar, son una atractivo para los ladrones y pueden ser robados para su reventa ilegal en el mercado negro. El Gobierno Policial de Seguridad Canadiense (GSP) asegura que estos actos suelen estar realizados por personal no profesional sobre objetos principalmente desconocidos<sup>21</sup>.

## **3.-FUEGO**

Puede surgir porque los sistemas de iluminación, calefacción o electricidad estén defectuosos, sobre todo si son antiguos, dentro del ámbito expositivo o puede ser voluntario. Normalmente un museo, sea de la magnitud que sea, contiene muchos materiales de naturaleza orgánica combustibles, entre ellos, como es en este caso, urnas de madera de época muy seca, por el paso del tiempo, y una amplia colección de

---

<sup>21</sup> Agentes de deterioro: ladrones y vándalos. Acceso el 31 de marzo de 2015, <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap02-eng.aspx>

modelos anatómicos de papier-maché y disecados en la misma sala que las ceras. Un incendio fortuito o provocado en una colección de esculturas en cera las derretiría y quemaría por completo, llevándolas a su total destrucción.

#### **4.-AGUA**

La entrada de agua en una colección de objetos de cera puede darse accidentalmente por conductos o alcantarillado defectuosos en la instalación. Los fenómenos de condensación dentro de las urnas que contienen las obras son usuales y están íntimamente relacionados con el índice de humedad relativa (HR) ambiente<sup>22</sup>.

La cera es un material hidrófobo que no se ve afectado por la humedad pero hay que tener en cuenta que en muchas ocasiones las esculturas pueden disponer de peanas de madera. Ésta sí acusa la acción del agua y de su vapor: se hincha en su presencia. Si el soporte se ve alterado, por deformaciones o descomposición (pudrición) generadas por este agente, el modelo se desestabiliza y se pueden producir gran variedad de daños, el mayor sería la caída y rotura del artefacto.

El agua provoca la corrosión de los metales. En ocasiones, los modelos de cera constan de armazones internos en metal que sobresalen hacia el exterior de la escultura, viéndose expuesto a la acción del vapor de agua existente en el ambiente. El deterioro puede comenzar aquí y trasladarse con el tiempo al resto del interior de todo el esqueleto de la pieza, que perdería su función de sostén y afectaría al equilibrio de la escultura en su conjunto.

#### **5.-PLAGAS**

Los microorganismos, insectos y roedores se han adaptado y habitan los espacios expositivos, así como el moho y los microbios y bacterias asociados a un exceso de HR.

---

<sup>22</sup> Agentes de deterioro: agua. Acceso el 31 de marzo de 2015, <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap05-eng.aspx>

Suelen detectarse en forma de perforaciones en diversos materiales incluidos en el museo<sup>23</sup>.

Desde el punto de vista biológico, las ceras pueden sufrir el ataque de algunas bacterias, concretamente los actinomicetos, similares a los hongos, que son auténticos depredadores de la misma, porque se nutren a base de algunos de los elementos que la componen. Se manifiestan por una escamación de aspecto blanquecino y pulverulento que la opacan y unas manchas blancas o amarillas que se extienden generando una notable falta de consistencia, hasta deshacerla en forma de polvo<sup>24</sup>. En ceras verdes y rojas, teñidas con verdigrís y bermellón, respectivamente, esto no se produce porque tales pigmentos poseen propiedades fungicidas<sup>25</sup>.

Otros microorganismos e inclusive insectos pueden descomponerla y tornarla con ello opaca, además de reducir su cohesión<sup>26</sup>, lo que podría provocar perforaciones, desgastes y galerías internas en el material.

Los roedores, en particular ratones y musarañas, a falta de alimento, se ha observado que optan por atacar la cera. También sus excrementos y orina pueden debilitar las maderas de las peanas y urnas, y ocasionar la aparición de manchas, además de acelerar el efecto microbiano.

Las polillas son parasitarias de la cera y generan grandes estragos en la zona en que construyen la colmena, e inclusive, fuera de la misma. Las dos especies que crean estos deterioros son: la *Galleria mellonella* y la *Galleria grisella*. La primera, conocida

---

<sup>23</sup> Agentes de deterioro: plagas. Acceso el 31 de marzo de 2015, <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap06-eng.aspx>

<sup>24</sup> Andrés Serrano Rivas, «Conservación y restauración de sellos de cera», 603. Acceso el 31 de marzo de 2015, <http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/congresos/10/10603606.pdf>

<sup>25</sup> C. A. Chiverches, «La restauración de modelos de cera. Una solución para la reintegración de lagunas», *Pátina* 5 (1991): 20.

<sup>26</sup> Guillermo Prieto, «Introducción a la Sigilografía. Conservación y restauración de sellos de cera y de plomo», *Revista digital Informes y Trabajos del I.P.C.E.* 2 (2009): 71. Acceso el 19 de octubre de 2011, <http://www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/Documentacion/Publicaciones/IT/N2/Capitulos.html>

comúnmente como polilla grande, es la más peligrosa y se desarrolla en regiones templadas. La segunda, la polilla pequeña, se ubica en las regiones meridionales. En ambos casos son las larvas las que producen el daño<sup>27</sup>.

Los hongos e insectos xilófagos pueden atacar a las peanas de madera sobre las que descansan los modelos en cera: los primeros producen su putrefacción y los segundos se alimentan de ella, creando ambas pérdidas de materia que derivan en la disminución de la resistencia de estos soportes y la inestabilidad de los objetos en cera. Los insectos a este respecto más activos son los coleópteros (familias *Anobidae*, *Lyctidae*, *Curculionidae* y *Bostrichidae*) y las termitas (Familias *Kalotermitidae*, *Termopsidae* y *Rhinotermitida*). Todas estas especies están presentes en España<sup>28</sup>.

## 6.-CONTAMINANTES

Los principales agentes de contaminación que afectan a las colecciones en cera son los gases externos que emana la atmósfera, tales como el oxígeno, el ozono, el sulfóxido de hidrógeno y el de carbono y el CO<sub>2</sub>, así como los gases internos que proceden de los líquidos de limpieza del propio recinto: normalmente gases sulfurosos y ácidos orgánicos<sup>29</sup>. A ello se suma la acumulación de suciedad en forma de depósitos de polvo, humo y grasa que alteran las calidades estéticas texturales, cromáticas e inclusive volumétricas, originales de la pieza. Si la escultura no ha recibido película de protección final alguna, la superficie de la cera tiende a atraer mucho más la suciedad por el poder electrostático que posee la misma.

Los agentes contaminantes pueden generar desintegración, decoloraciones de pigmentos y corrosiones de los metales. Sobre todo en los materiales porosos y reactivos llegan a desfigurar los objetos y favorecen la aparición de plagas.

---

<sup>27</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 19.

<sup>28</sup> Manuel C. Touza Vázquez, «Durabilidad. Documento de aplicación del CTE», Organismos xilófagos, 6-7. Acceso el 31 de marzo de 2015, <http://www.confemadera.es/rs/1288/84bd1f8d-134d-42a0-a8ee-cd688d29aaa2/64f/filename/durabilidad-ok.pdf>

<sup>29</sup> Agentes de deterioro: contaminantes. Acceso el 31 de marzo de 2015, <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap07-eng.aspx>

## **7.-ILUMINACIÓN**

En este caso, el agente de deterioro es la luz que ilumina el modelo en cera, y en concreto, los rayos ultravioletas y la luz visible. Sus efectos son acumulativos. La iluminación interior puede ser inadecuada para el material constituyente. En relación a la exterior, se ha de tener especial cuidado con las ventanas del recinto desprovistas de protección adecuada frente a la luz que entra en la estancia.

Las radiaciones ultravioletas (UV)<sup>30</sup> pueden causar la decoloración de los pigmentos, así como desencadenar reacciones fotoquímicas y de oxidación que generen oscurecimiento en las ceras.

Por otra parte, al entrar en contacto con radiaciones infrarrojas (IR) muy intensas, la cera comienza a reblandecerse, lo que podría ocasionar una pérdida en los volúmenes y detalles anatómicos.

## **8.-TEMPERATURA INADECUADA**

Por el clima local, la luz del sol o las instalaciones del museo, la temperatura puede ser demasiado elevada, baja, o darse fluctuaciones bruscas que generen la desintegración progresiva de los materiales orgánicos químicamente inestables.

Mientras la temperatura ambiente no sea ni muy baja, ni muy alta, la cera de abejas se mantiene muy estable. El problema radica en sus fluctuaciones bruscas y frecuentes. A baja temperatura, este material endurece, se contrae y vuelve frágil, provocando roturas y grietas<sup>31</sup>. Por encima de los 30 °C a 50 °C, se dilata, lo que puede ocasionar daños, a veces, irreparables<sup>32</sup>.

---

<sup>30</sup> Se denomina radiación ultravioleta o radiación UV, a la radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 400 nm ( $4 \times 10^{-7}$  m) y los 15 nm ( $1,5 \times 10^{-8}$  m). Acceso el 10 de mayo de 2010, <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/RadiacUV.htm>

<sup>31</sup> Besnainou, *Conservation...*, 76.

## **9.-ÍNDICE DE HUMEDAD RELATIVA (HR) INADECUADO**

Como se acaba de indicar, las fluctuaciones termo-higrométricas<sup>33</sup> (temperatura y humedad relativa) pueden afectar a la cera. Los cambios bruscos de estos parámetros ambientales provocan un deterioro físico del material y favorecen ciertos cambios químicos en la misma. Además, contribuyen en la aparición de un medio idóneo para que proliferen el deterioro biológico.

Ya se ha señalado el carácter inerte de la cera, pero es la heterogeneidad de materiales que conforman la escultura lo que supone el principal problema. Éstos son precisamente los que se ven afectados por las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa y ello tiene un impacto muy determinado en el resto de la pieza.

Algunos modelos artificiales anatómicos van montados sobre soportes de madera. Ésta es un material higroscópico debido a que contiene celulosa, es decir, que se ve afectado por la humedad relativa ambiente. Si absorbe humedad se hincha o dilata y si la pierde, se contrae. Todo ello deriva en su deformación y crea una fatiga por envejecimiento en este material. Estos cambios mecánicos del soporte afectan a la estabilidad de la pieza, generando en ella roturas y/o deformaciones, esto es, daños estructurales.

Además, un exceso de humedad puede provocar la aparición de moho que a su vez originará manchas y debilitamientos.

---

<sup>32</sup> Gabbiellini et al., «The wax Collection at the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», 35.

<sup>33</sup> La humedad relativa y la temperatura son parámetros que se influyen recíprocamente, así un aumento de la temperatura provoca un descenso de la humedad relativa y viceversa. Es decir, son magnitudes inversamente proporcionales.





## **CAPÍTULO VI**

---

### **RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN**





Las esculturas anatómicas en cera son artefactos extremadamente frágiles. Muchas instituciones museísticas, de carácter universitario, poseen una colección de este tipo. En ocasiones, no se encuentran en las mejores condiciones expositivas o de almacenaje y ello ha provocado su deterioro. Como conservadores-restauradores hemos de detenerlo y necesitamos orientar de alguna forma nuestras intervenciones.

En su época, estos objetos fueron utilizados como instrumentos docentes para la enseñanza de la anatomía. En la actualidad, según el Art. 1 de la Convención de La Haya, redactado el 14 de mayo del año 1954, se han convertido en bienes muebles, de importancia artístico-histórica para el Patrimonio Cultural de la Humanidad. Estas colecciones, consideradas como científicas, entran en tal definición y por ello, según recoge el Art. 2 de la citada Convención<sup>1</sup>, han de salvaguardarse, conservarse y respetarse.

En el campo de la conservación-restauración de este tipo de esculturas, no es sencillo establecer criterios metodológicos de actuación. Sin embargo, sí se han determinado una serie de recomendaciones, derivadas de las Cartas Internacionales del Restauo y de los escritos para museos, de ciertos organismos de conservación-restauración tales como el ICOM<sup>2</sup>, el ICOMOS<sup>3</sup>, o el ECCO<sup>4</sup>, que sí podemos abordar y debemos tener presentes. Como parte de este proceso fue creado el UMAC (University Museums and Collections) cuyo objetivo es promover el intercambio de ideas sobre metodologías de intervención diseñadas especialmente para la exhibición de colecciones científicas<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Convención de la Haya, 1954. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=13637&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13637&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) Tal definición es mantenida y renovada en el Art. 1 de la Carta del Restauo de Bruselas de 1987. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1987\\_Carta\\_BienesMuebles-Italia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMuebles-Italia.pdf)

<sup>2</sup> International Council of Museums: ICOM-Code Ethics for Museums, revised edition 2004.

<sup>3</sup> International Council of Monuments and Sites: Carta de Venecia de 1964, revisada en 1966.

<sup>4</sup> European Confederation of Conservator-Restores'Organitations, Guías profesionales 2002 y 2006.

<sup>5</sup> Alicia Sánchez Ortiz, Sandra Micó Boró, «Preventive Conservation Strategies for Wax Bodies in Scientific University Collections», *Conservation Science in Cultural Heritage* 12 (2012): 216.

En realidad, la conservación-restauración de cada obra en cera exige la evaluación por parte de un equipo multidisciplinar formado por expertos en preservación, anatomía, historia de la medicina y del arte, ciencias naturales (química y física de materiales), y restauración escultórica. Y, en última instancia, de una aproximación individual que, a la postre, dependerá del criterio, conciencia, sensibilidad y manos del autor que la lleve a cabo.

Según el proyecto de conservación-restauración para *moulages* en cera llevado a cabo por las fundaciones culturales alemanas situadas dentro del programa KUR<sup>6</sup>, de los años 2008-2010, para el German Hygiene Museum de Dresde, podemos guiarnos por una serie de niveles de actuación y por el conjunto de recomendaciones que se ofrecen dentro de cada uno de ellos<sup>7</sup>. Se considera que son aplicables al modelo anatómico en cera. Veamos, a continuación, cuáles son.

## 1.-NIVELES DE ACTUACIÓN Y RECOMENDACIONES CORRESPONDIENTES

### 1.1.-LA SALVAGUARDIA

El primer paso en la protección de estos artefactos ha de ser su salvaguardia. Según el Art. 4 de la Carta del Restauo de 1972:

«Se entiende por salvaguardia cualquier medida conservadora que no implique la intervención directa sobre la obra [...]»<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> Konservierung und Restaurierung von mobilem Kulturgut, 2008-2010.

<sup>7</sup> Recommendations for the Preservation of Wax Moulages at Universities and Hospitals in Museum and other Collections. Deutsches Hygiene-Museum Dresden. 2008-2010. En línea, acceso el 25 de abril de 2015, 1- 17, [http://publicus.culture.hu-berlin.de/umac/pdf/Recommendations\\_wax%20moulages\\_2010\\_ENGL.pdf](http://publicus.culture.hu-berlin.de/umac/pdf/Recommendations_wax%20moulages_2010_ENGL.pdf)

<sup>8</sup> Según el Art 4 de la Carta del Restauo de 1972. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1972\\_Carta\\_Restauo\\_Roma.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1972_Carta_Restauo_Roma.pdf)

Ello incluye, una inspección visual periódica de los modelos en cera y del ambiente que los rodea, además de su registro e inventariado, con el fin de tener datos actualizados de su estado de conservación que lleven a analizar los riesgos en que se encuentran para tomar medidas activas sobre los mismos.

El conservador encargado de la colección de modelos anatómicos en cera es el principal responsable de su salvaguardia y se recomienda que realice, a tal efecto, las tareas siguientes<sup>9</sup>:

- a) Inventariar las piezas prestando atención al estado de todos los materiales que las conforman: la pasta cerosa y los añadidos, como cabellos naturales u ojos de vidrio, la madera de las peanas o tableros sobre los que estén colocados, y todo aquello que componga las urnas de época que los albergan y protegen.
- b) Estudiar el estado de conservación en que se encuentran las esculturas, especificando la ubicación de los deterioros que detecte en cada una de ellas.
- c) Definir la función de cada figura en particular, si se utiliza todavía en enseñanza e investigación o su carácter es histórico-artístico.
- d) Encargarse de las condiciones climáticas en que se encuentran los objetos en cera y su exposición a la luz. Recoger todos los datos referidos a las mismas mediante termómetros, termohigrógrafos y luxómetros convenientemente calibrados. Al respecto, Michalski, insiste en la manutención de un techo fiable, así como de paredes, ventanas y puertas que bloqueen las condiciones meteorológicas y las plagas<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 9.

<sup>10</sup> Stefan Michalski, «Preservación de las colecciones» en *Cómo administrar un Museo: Manual práctico* (París: ICOM, 2006), 52.

- e) Salvaguardar el actual estado de la colección con el fin de establecer protocolos de almacenamiento, utilización, transporte, embalaje y préstamo en exposiciones temporales.
- f) Tener siempre en cuenta los riesgos a que estos objetos pueden estar sometidos. A este respecto, ha de estar informado sobre los mismos y estar cualificado.
- g) Documentar todas sus actividades, en espacios de tiempo regulares, de forma visual y escrita.

## **1.2.- MEDIDAS DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA**

De acuerdo con las tendencias actuales y las indicaciones de los organismos internacionales, la aplicación de estrategias de prevención del deterioro debe ser la línea fundamental de la conservación de los bienes culturales.

Los esfuerzos e iniciativas de actuación deben concentrarse prioritariamente en la planificación, investigación, aplicación y divulgación de intervenciones de conservación preventiva. Para ello se analizarán los diversos factores medioambientales que estén interactuando con estos artefactos<sup>11</sup>.

La conservación preventiva es un conjunto de acciones que se efectúan para mantener en condiciones adecuadas el medio en el que se encuentran las colecciones, sin realizar una intervención directa sobre los materiales que constituyen el objeto. Su finalidad es detener el proceso de envejecimiento y los cambios materiales que pueda sufrir el bien, y evitar la intervención restauradora directa, preservarlo de los daños que le afectan y el avance de los mismos. Esta incluye, por tanto, el análisis y optimización de todo cuanto rodea al modelo en cera, además de lo concerniente a su exhibición, depósito, embalaje, transporte, manipulación y limpieza.

---

<sup>11</sup> Art. 3 de la Carta del Restauo de Bruselas, 1987. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1987\\_Carta\\_BienesMuebles-Italia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMuebles-Italia.pdf)

Los institutos de restauración italianos, Opificio delle Pietre Dure de Florencia y el Instituto del Restauro de Roma, así como el Museo Deutsches Hygiene de Dresde, han establecido una serie de parámetros básicos de conservación preventiva para esculturas de cera<sup>12</sup>:

- a) Los valores climáticos se deberían mantener lo más estables posibles, reduciendo al mínimo las fluctuaciones: la temperatura máxima puede oscilar alrededor de 1 °C por hora, y la humedad relativa (HR) cambiar en torno al 2,5%, por hora, como límite.
- b) La temperatura ambiente para la correcta conservación de una cera anatómica se ha de mantener constante a 18-22 °C, dada la tendencia que posee el material a reblandecerse por acción del calor, y a tornarse débil y quebradizo a bajas temperaturas.
- c) La HR será del 50-55%. Por encima de un 60% hay que tener especial precaución con la aparición de microorganismos dañinos.
- d) Hay que proteger las obras de arte en cera del influjo directo de la luz del día y reducir el número de horas en que estén iluminados, y situar las fuentes luminosas a una distancia correcta para que no se caliente la cera. La intensidad lumínica ha de estar dentro del intervalo de 50-200 lux y conviene utilizar filtros ultravioletas e infrarrojos en los cristales de las urnas en que se encuentran las piezas, así como en los tubos fluorescentes o LEDs de la sala en que estén expuestas.
- e) En relación a su almacenamiento, queda prohibido apilar modelos en cera uno sobre otro, dado que ello los deforma. Por el contrario, han de colocarse, separados, sobre una superficie horizontal estable.

---

<sup>12</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 10-14.



- f) Sería interesante instalar sistemas que absorban las vibraciones dentro de las urnas<sup>13</sup>. Asimismo no se deben mover ni tocar innecesariamente.
- g) Se ha de desarrollar un plan preventivo contra la posible acción del fuego y los agentes de contaminación, manteniendo limpios los modelos en cera, sus urnas y el espacio expositivo, mediante la remoción del polvo. Este puede ser causa de una acumulación de suciedad, que se convierta en el medio apropiado para la aparición de moho en el modelo, u otras plagas. Acciones que deben ser llevadas a cabo por restauradores cualificados<sup>14</sup>.
- h) No se han de prestar piezas muy frágiles o que presenten algún daño. Las vibraciones que se produzcan en su transporte podrían resultar nefastas por la fatiga, a que ya está sometido el material constitutivo, por el paso del tiempo. En tal caso habrá que optar por métodos alternativos de almacenamiento y exhibición<sup>15</sup>.

### **1.3.-LA CONSERVACIÓN ACTIVA**

Incluye todas aquellas medidas que se implementen de forma directa sobre la escultura en cera. Su objetivo es la estabilización y protección de lo que se conserva, esto es, del material existente, en pro de prevenir el avance de daños que ya se han iniciado. Aquí se incluyen:

---

<sup>13</sup>Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rossi, R. Santi, Laura Speranza. «The wax Collection at the Museum of Pathological Anatomy in Florence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments», *OPD Restauro* 21 (2009): 35.

<sup>14</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 6.

<sup>15</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 6, 13.

- a) El mantenimiento de todo aquello que constituye el objeto en cera, no sólo la propia escultura, sino también todo cuanto la acompaña: las peanas, los textiles, las urnas o las etiquetas de época<sup>16</sup>.
- b) En relación al artefacto en sí, se realizarán los tratamientos de carácter estructural concernientes a la re-adhesión de partes fracturadas, por restauradores cualificados<sup>17</sup>.
- c) Actuar sobre las deformaciones que puedan acusar los soportes de madera, así como sus daños estructurales (desuniones entre piezas, debilitamiento y pérdida de funcionalidad por ataque de insectos xilófagos y moho).
- d) Controlar la corrosión de los elementos metálicos.
- e) Dentro de la conservación activa de una pieza en cera, se baraja la realización de una copia fiel y virtual de la misma siguiendo el Art. 5 de la Carta de Atenas de 1931. En relación al original, este facsímil habrá de mantener su función, datos sensoriales, nivel de resolución de registro y reproducción<sup>18</sup>. Se puede efectuar no sólo como medio de conservación sino también de difusión. La copia permite, además, ensayos sobre la misma de técnicas de intervención evitando dañar el original.

#### 1.4.-LA RESTAURACIÓN

Sería el último estadio al que recurrir, y sólo en casos excepcionales, así lo especifica el Art. 9 de la Carta de Venecia de 1964<sup>19</sup>, tras haber cubierto los tres niveles de actuación descritos con anterioridad. Incluye:

---

<sup>16</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 15.

<sup>17</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 6, 15.

<sup>18</sup> Carta de Atenas de 1931. Art. 5. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1931\\_Carta\\_Atenas.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1931_Carta_Atenas.pdf)

<sup>19</sup> Carta de Venecia de 1964. Acceso el 4 de noviembre de 2010, [http://www.icomos.org/docs/venice\\_es.html](http://www.icomos.org/docs/venice_es.html)

- a) Según el Art. 14 de la Carta de Venecia de 1964, se ha de efectuar una buena diagnosis del modelo en cera previa a la restauración y documentar debidamente las actuaciones<sup>20</sup>. La Carta del Restauero de 1972 especifica, en su anexo C, la necesidad eventual de realizar, en el caso de las esculturas, radiografías de las mismas<sup>21</sup>.
- b) La Carta Italiana del Restauero de 1932, en su Art. 7, insiste en que se ha de limitar al mínimo posible la restauración<sup>22</sup>. Intervenir lo menos posible, pero hasta donde sea necesario. Tal y como apunta el Art. 9 de la Carta de Venecia de 1964, el límite se encuentra allí donde comienza la hipótesis<sup>23</sup>.
- c) Se debe preservar la autenticidad e historia del modelo en cera. Respetar aquéllos valores documentales que no degraden la estabilidad de la pieza. Tal y como especifican los Arts. 7 y 11 de la Carta de Venecia y el Art. 2 de la Carta de Atenas de 1931,

«Salvaguardar tanto la obra de arte como el documento histórico [...]»<sup>24</sup>.

Y, como recoge el Art. 39 de la Ley 16/1985, del Patrimonio Histórico Español,

---

<sup>20</sup> Art. 16 de la Carta de Venecia de 1964. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta\\_restauero%20\\_1932.pdf](http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta_restauero%20_1932.pdf)

<sup>21</sup> Carta del Restauero, 1972. Anexo C. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1972\\_Carta\\_Restauero\\_Roma.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1972_Carta_Restauero_Roma.pdf)

<sup>22</sup> Carta Italiana del Restauero, 1932. Art 7. Acceso el 1 de abril del 2015, [http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta\\_restauero%20\\_1932.pdf](http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta_restauero%20_1932.pdf)

<sup>23</sup> Carta de Venecia, 1964. Acceso el 4 de noviembre de 2010, [http://www.icomos.org/docs/venice\\_es.html](http://www.icomos.org/docs/venice_es.html)  
[http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta\\_restauero%20\\_1932.pdf](http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta_restauero%20_1932.pdf)

<sup>24</sup> Carta de Venecia de 1964. Carta de Atenas de 1931. Acceso el 1 de noviembre de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1931\\_Carta\\_Atenas.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1931_Carta_Atenas.pdf)

Las restauraciones respetarán las aportaciones de todas las épocas existentes. La eliminación de alguna de ellas sólo se autorizará con carácter excepcional y siempre que los elementos que traten de suprimirse supongan una evidente degradación del bien [...]. Las partes suprimidas quedarán debidamente documentadas<sup>25</sup>.



**FIG. 1.**-En esta pieza en cera restaurada aparece, en la mejilla, una laguna reintegrada en una intervención anterior, que se ha respetado por su valor documental y porque no está afectando negativamente a la estabilidad estructural de la pieza. Cera anatómica del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid. España.

- d) La restauración desde el punto de vista estructural supone la reintegración volumétrica de las faltas de materia cérica que presente la escultura. Debe ser realizada por un experto en la materia que trabaje de forma conjunta con un equipo de anatómicos, historiadores y científicos<sup>26</sup>. Este material de relleno no debe de alterar ninguno de los valores del modelo, y, para ello, es imprescindible estudiar a fondo al artista y la escuela o corriente a que éste pertenece.

<sup>25</sup> Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. BOE 29-06-1985. Acceso el 4 de noviembre de 2010, <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1985-12534>

<sup>26</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 7.

- e) Siguiendo el Art. 12 de la Carta de Venecia de 1964, las reintegraciones en una escultura en cera han de ser fácilmente reconocibles<sup>27</sup>, a fin de evitar confusiones miméticas y falsificaciones, pero sin romper la unidad del modelo anatómico. El párrafo 3 del Art. 39, de la Ley de Patrimonio Histórico Español, así lo recalca:

Si se añadiesen materiales o partes indispensables para su estabilidad o mantenimiento las adiciones deberán ser reconocibles y evitar confusiones miméticas<sup>28</sup>.

Es imprescindible que la intervención sea discernible del modelo original en conjunto. Lo idóneo al tratar volúmenes en un objeto en cera es que la parte añadida se ciña exclusivamente a la falta y se realice en un material diferente al primigenio. El objetivo es que resulte inapreciable a cierta distancia mientras que, al ir acercándose el experto a la pieza, sea discernible. Cesare Brandi señala que la reintegración ha de ser invisible desde cierta distancia, la de contemplación de la obra, pero inmediatamente reconocible a medida que uno se aproxima a la misma<sup>29</sup>.

- f) El material añadido ha de ser permanentemente reversible<sup>30</sup>. Ya aparece la siguiente indicación en el Art. 8 de la Carta del Restauo de 1972:

Toda intervención sobre la obra, [...] debe realizarse de tal forma y con las técnicas y materiales que puedan dar la seguridad de que en el futuro sean posibles nuevas intervenciones [...] de restauración<sup>31</sup>.

---

<sup>27</sup> Especificado en el Art. 12 de la Carta de Venecia de 1964.

Acceso el 1 de abril de 2015, [http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta\\_restauo%20\\_1932.pdf](http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta_restauo%20_1932.pdf)  
*Recommendations for the Preservation...*, 17.

<sup>28</sup> Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. BOE 29-06-1985. Acceso el 4 de noviembre de 2010, <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1985-12534>

<sup>29</sup> Cesare Brandi, *Teoría de la restauración* (Madrid: Alianza Forma, 2003), 26.

<sup>30</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 17.

Una idea, en ocasiones, de difícil aplicación en todos los casos, en todas las fases, técnicas, y materiales. Por ello, actualmente, se baraja la denominación, más ajustada, de re-tratabilidad <sup>32</sup>. Una restauración estructural de un modelo anatómico en cera, si bien es difícil que sea completamente removible, esto es, eliminable sin ocasionar daño alguno para el original, sí pueden ser re-tratable con respeto, prácticamente absoluto, a la integridad conceptual y material del objeto. En un sentido estricto, la reversibilidad pura es inabordable. Se debe optar porque los modelos anatómicos restaurados no queden bloqueados, esto es, que nuestra intervención sobre los mismos, pueda eliminarse en un futuro, sin provocar daño alguno a las piezas originales, en el que puedan surgir técnicas más avanzadas y adecuadas de tratamiento. Se podría eliminar nuestra restauración estructural, que con el envejecimiento puede hacerse más discernible, o dañar a la pieza original en cera, y sustituirla por otra tanto mejor, una que nuestros medios actuales no nos lo hayan permitido.

Para que los materiales de restauración estructural en objetos en cera sean re-tratables:

- 1.- A nivel de relleno de lagunas volumétricas, han de utilizarse pastas de cera más endebles que la original, y con un rango de fusión menor que la de la misma.
- 2.- En el tratamientos de roturas, adhesivos flexibles que se adapten a la desunión y que no arrastren consigo cera original al ser eliminados.

---

<sup>31</sup> Carta del Restauero, 1972. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1972\\_Carta\\_Restauero\\_Roma.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1972_Carta_Restauero_Roma.pdf)

<sup>32</sup> La posibilidad de revertir o eliminar los materiales que se utilizan en la restauración de obras de arte, ha sido reevaluada, en 1987, por Barbara Appelbaum, que introduce un nuevo término conocido como re-tratabilidad. La autora considera esta práctica mucho más útil, en la evaluación de los tratamientos, que la idea de reversibilidad. Plantea que si un material no es totalmente reversible, al menos no debe obstaculizar una futura intervención sobre el mismo. Considera que los procesos pueden ser reversibles pero no así los materiales. Para más información sobre el tema consúltese el artículo siguiente: Barbara Appelbaum, «Criteria for Treatment: Reversibility» *Journal of the American Institute for Conservation* 26 (1987): 65-73.

La complejidad es grande y van a estar condicionados por factores tales como: el tipo de soporte subyacente, las características de acabado del modelo, su estado de conservación, las intervenciones anteriores a que éste se haya visto sometido y, por supuesto, las condiciones medioambientales que lo rodean.

- g) El trabajo de restauración no ha de causar daño alguno sobre el modelo original en cera ni causar deterioro alguno en sus materiales constitutivos<sup>33</sup>. Las propiedades técnicas y materiales, de restauración estructural, en un objeto en cera, han de respetar no solamente el principio de re-tratabilidad, sino también dos exigencias o valores fundamentales: la estabilidad y compatibilidad materiales.

Que un adhesivo o un material de relleno sea estable, implica que no se vea alterado bajo las condiciones de humedad y temperatura ambientales, y demás factores de degradación a los que se vea expuesto el modelo, esto es, que no sufra alteraciones con el paso del tiempo. Han de ser estables a nivel químico, físico y mecánico. Se ha de pretender que, con el envejecimiento, tanto el adhesivo como la pasta de relleno sigan desempeñando correctamente su función.

La regla básica de compatibilidad con los materiales constituyentes del modelo anatómico va muy unida a la de estabilidad, en tanto en cuanto ambos tipos de materiales han de ser inocuos en relación a la pasta original. No han de perjudicar ni modificar físicamente el modelo en cera y no deben interaccionar con sus componentes. Para ello, han de ser afines a los mismos material, mecánica y químicamente.

---

<sup>33</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 17.

- h) Según las recomendaciones de la UNESCO y de la especialista en conservación-restauración, la Prof. Ana Calvo, se han de reponer los elementos separados de la obra siempre que sea evidente su pertenencia al conjunto<sup>34</sup>.

En escultura en cera se admite la anastilosis siempre y cuando los fragmentos constituyentes de la obra a recomponer sean originales y ello haya quedado debidamente comprobado<sup>35</sup>. Esta reconstrucción de las piezas ha de ser reconocible y se admiten nuevos materiales si no se conservan las piezas originales y si estos no alteran la imagen y conservación del bien<sup>36</sup>. El punto 3 del Art. 7 de la Carta del Restauo de 1972 indica que la anastilosis debe quedar documentada, reconstruyendo los intersticios de poca entidad con técnicas que la hagan claramente diferenciable<sup>37</sup>.

- i) Toda intervención precisa de la actuación de un equipo multidisciplinar que trabaje con el restaurador<sup>38</sup>. Éste ha de ser consciente de sus propias capacidades y limitaciones, a fin de no acometer intervenciones en el modelo en cera para las que no esté cualificado<sup>39</sup>. Asimismo, cualquier medida o acción realizada sobre el mismo, debe ser resultado de un proceso de toma de decisiones inclusivo e interdisciplinar<sup>40</sup>.

---

<sup>34</sup> Ana Calvo, *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z* (Barcelona, Ediciones del Serbal: 2003), 68-69.

<sup>35</sup> Carta italiana del Restauo, 1987. Acceso el 4 de noviembre de 2010, [http://ge-iic.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=433&Itemid=49](http://ge-iic.com/index.php?option=com_content&task=view&id=433&Itemid=49)

<sup>36</sup> Carta de Atenas de 1931. Art. 4. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1931\\_Carta\\_Atenas.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1931_Carta_Atenas.pdf) También incide en ello el Art. 15 de la Carta de Venecia de 1964. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta\\_restauo%20\\_1932.pdf](http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta_restauo%20_1932.pdf)

<sup>37</sup> Carta italiana del restauo 1972. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1972\\_Carta\\_Restauo\\_Roma.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1972_Carta_Restauo_Roma.pdf)

<sup>38</sup> *Recommendations for the Preservation...*, 17.

<sup>39</sup> *Directrices profesionales de E.C.C.O.: la profesión y su código ético*. 2002. Artículo 11. Acceso el 4 de noviembre de 2010, [http://ge-iic.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=221&Itemid=49](http://ge-iic.com/index.php?option=com_content&task=view&id=221&Itemid=49)

<sup>40</sup> *Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible*. Resolución que se presentará a los miembros del ICOM-CC, 22-26 de septiembre de 2008.



j) El Art. 8 de la Carta del Restauero de 1987 indica que,

[...] toda intervención deberá ser previamente estudiada y justificada por escrito y se deberá llevar a cabo un diario de su realización, al que seguirá un informe final con la documentación fotográfica de antes y después de la intervención. [...] serán documentadas todas las investigaciones y análisis [...] realizados con el auxilio de la física, la química, la microbiología y otras ciencias<sup>41</sup>

k) Si la intervención en una pieza en cera resulta imposible, por su complejidad, con los conocimientos actuales de los materiales, es preferible no intervenir que aventurar soluciones improvisadas<sup>42</sup>.

Llegado el siglo XXI, las ceras anatómicas en cera se restauran. En relación a la conservación-restauración estructural de roturas y lagunas volumétricas de estas figuras, no intervenir este tipo de daños puede afectar seriamente a la apariencia del modelo en cera y su estabilidad, llevándolo a su completo deterioro y pérdida. Asimismo, si se adhiere y reintegra sin actitud crítica, sin atender al criterio de mínima intervención, en lugar de recomponer el equilibrio, se puede crear tanta más confusión que la generada por los propios daños de los que se habla.

Se ha de llegar, como profesionales, a un compromiso con la pieza en cera a escala individual. Cada colección y pieza es particular y, siempre guiándonos por estas recomendaciones, y tras un profundo estudio, decidiremos qué es lo más adecuado en cada caso.

---

<sup>41</sup> Carta del Restauero de 1987. Acceso el 26 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1987\\_Carta\\_BienesMuebles-Italia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMuebles-Italia.pdf)

<sup>42</sup> Lidia Righi. *Conservar el arte contemporáneo* (Donostia-San Sebastián: Nerea, 2006), 82.

## CAPÍTULO VII

---

### **PROPUESTAS PARA RESTAURAR DETERIOROS ESTRUCTURALES: REVISIÓN HISTÓRICA**





Desde el año 1971 en que Murrell escribió el primer artículo científico sobre conservación-restauración de esculturas en cera, en la prestigiosa revista *Studies in Conservation*, han sido varios los países en que se han ido desarrollando intervenciones en este tipo de objetos. En Europa se ha investigado sobre todo en Francia, Italia y Alemania.

A continuación se presenta una revisión histórica de los tratamientos realizados por otros investigadores en modelos anatómicos de cera, al considerarla una información fundamental para desarrollar el presente estudio. Se han seleccionado aquellas publicaciones específicas sobre la temática investigada en esta Tesis, esto es, daños de tipo estructural y soluciones ofrecidas. No se sigue un orden cronológico si no que se han agrupado las propuestas en función de los distintos tratamientos a analizar: consolidación, adhesión de fragmentos y reintegración estructural de lagunas.

## 1.-TRATAMIENTOS DE CONSOLIDACIÓN

La cera, con el envejecimiento, endurece tornándose muy frágil y, en ocasiones, si las condiciones medioambientales en que se encuentra la obra no son las adecuadas, se lamina y vuelve pulverulenta en superficie. Este tipo de daños también puede producirse por un golpe o una mala manipulación.

Con el fin de paliar sus efectos, los restauradores han optado por consolidantes sintéticos, acrílicos o vinílicos. Entre ellos han elegido aquéllos que tuvieran un menor grado de viscosidad y los han aplicado disueltos en sus correspondientes disolventes, con la finalidad de facilitar la capacidad de penetración de la mezcla en el sustrato. Así, el equipo canadiense de conservación dirigido por Shirley Ellis<sup>1</sup> propone estabilizar la zona con una mezcla de Acryloid® B 72<sup>2</sup> en acetona, en proporción 1:1, o bien con resina

---

<sup>1</sup> Shirley Ellis, Christopher Miller, Gillian Noseworthy, «The Conservation of Wax Models from a Medical Collection» Conference of Graduate Training Programs in Conservation, *Getty Research Institute* (1996): 43.

<sup>2</sup> El Acryloid B 72 es un adhesivo acrílico, soluble en acetona, bastante débil. Acceso el 12 de enero de 2015, [http://www.conservationresources.com/Main/section\\_40/section40\\_04.htm](http://www.conservationresources.com/Main/section_40/section40_04.htm)

AYAA<sup>3</sup> al 10% disuelta en acetona y etanol, en proporción 1:1. En su publicación de 2001, el grupo español de Laila Fernández Berengué, indica la idoneidad de dar una capa de Paraloid® B 72 en tricloroetano<sup>4</sup>. En ambos casos, las disoluciones se aplican cuidadosamente a pincel sobre la cera descohesionada. Por su parte, Dal Forno utiliza el acetato polivinílico Vinamul 6525® o el Syntolit®<sup>5</sup>, inyectados con jeringuilla. Es preciso realizar una mínima presión en la zona con pequeños saquitos que contengan perdigones de plomo o arena<sup>6</sup> hasta conseguir una buena cohesión entre los estratos.

También existen otras propuestas completamente diferentes. En el año 2007, Luca Becchetti<sup>7</sup> opta por actuar con una baja proporción de cera líquida en trementina; pero no indica qué tipo de cera ni en qué proporciones mezcla tales componentes.

En los años 2012 y 2011, respectivamente, ahondando en la conveniencia de volver a los materiales naturales por su compatibilidad, inocuidad y re-tratabilidad, el equipo francés de Écoles de Conde y las investigadoras alemanas Andrea Fisher y Margareta Eska, estudian una materia producida por las abejas, el propóleo. Se trata de una sustancia recolectada por estos insectos de las yemas de los árboles; la procesan de manera que está contenida en su cera virgen. En bruto, es un material algo céreo y resinoso, y la colonia lo utiliza para cerrar herméticamente las brechas de la colmena a nivel estructural, dado que tiene propiedades adhesivas. Los citados investigadores proponen una dilución del propóleo al 20% en etanol<sup>8</sup>.

---

<sup>3</sup> La AYAA es una resina de vinil acetato procedente de distintas especies de jara como *Cistus creticus*. Se extrae concretamente del *Styrax officinalis*. Es de adhesión fuerte. Ha mantenido su nombre árabe.

<sup>4</sup> Laia Fernández Berengué, Montserrat Pugès i Dorca, Alfons Zarzoso Orellana, «La restauración de una Venus anatómica de cera» (2001): 13. Acceso el 2 de noviembre de 2010, <http://www.museudelamedicina.cat/pdf/venus.pdf>

<sup>5</sup> El Syntolit® es un polímero de alta resistencia utilizado como adhesivo y que resulta muy fácil de eliminar. Catálogo CTS 2006, 30.

<sup>6</sup> Federica Dal Forno, *La ceroplastica anatomica e il suo restauro. Un nuovo uso Della TAC, una possibile attribuzione a G. G. Zumbo* (Florencia: Nardini, 2009), 82, 83.

<sup>7</sup> Luca Becchetti, «I sigili di una pergamena duecentesca conservata all'Archivio Segreto Vaticano. Intervento di restauro e conservazione», *Kermes* 67-68 (2007): 38.

<sup>8</sup> Écoles de Conde. Solène de la Forest d'Armaillé. Promo 2012. *Etude et restauratio d'une charte scelle de Louis d'Orléans, grand-maître des ordres royaux de Saint-Lazare et de Notre-Dame du Mont Carmel (1721)*,

## 2.-ADHESIÓN DE FRAGMENTOS

La cera, en general, presenta condiciones desfavorables de adhesión. Su poca humectabilidad, baja polaridad y superficie suave, impiden la formación de uniones intermoleculares fuertes a nivel mecánico en la inter-fase entre la parte de la escultura dañada y el adhesivo.

Según indica Johanna Lang, han de tenerse en cuenta numerosos factores en la elección del adhesivo correcto para recomponer dos partes ceras separadas entre sí, tales como: la naturaleza de la fractura del material, el tamaño y peso de las piezas rotas, y la posibilidad de mantener los elementos separados estables durante el proceso de curado<sup>9</sup>. Fischer, en su ponencia del año 2011, presentada en el Congreso del ICCOM en Lisboa<sup>10</sup>, expone claramente cuáles considera que han de ser las propiedades de este adhesivo ideal. Coincide con Lang es que ha de ser compatible con la naturaleza de la cera en muchos aspectos, fundamentalmente en lo relativo a la dureza y la flexibilidad. Además, señala que dicho material debe ser fácil de trabajar y disponer de un tiempo de curado aceptable. Su fluidez tiene que permitir cubrir por completo las superficies de los bordes a unir y disponer de una fuerza adhesiva importante. No debe quedar mordiente a temperatura ambiente, no ha de reaccionar en ningún caso con la cera original y tiene que ser re-tratable sin ocasionar daño alguno al objeto. En su estudio señala la inexistencia de un adhesivo que cumpla todos estos requerimientos, por lo que es necesario que el restaurador alcance un compromiso con el objeto de cera y analice cada caso particular. Lang indica, además, que la sensibilidad de la cera al calor y a los

---

116-118. Acceso el 19 de noviembre de 2014,

[http://www.isuu.com/ecoconde/does/de\\_la\\_forest\\_sol\\_ne\\_m\\_memoire](http://www.isuu.com/ecoconde/does/de_la_forest_sol_ne_m_memoire)

Andrea Fischer, Margareta Eska, «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», *Ponencia presentada en el ICCOM* (Lisboa, 2011): 2.

<sup>9</sup> Johanna Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and Their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», *Proceedings of Symposium 2011: Adhesives and Consolidants for Conservation* (Canada, 2011): 4.

<sup>10</sup> Fisher et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 2.

disolventes limita la elección del adhesivo, dado que la mayoría de los mismos se aplican en caliente o en forma de disoluciones<sup>11</sup>.

Han sido varios los restauradores que han considerado conveniente tratar las grietas en superficie que interfieran en la lectura de la pieza, y para ello recurren a diversos disolventes aplicados a la cera con pincel, para que se fundan ópticamente los bordes. Murrel opta por el cloroformo<sup>12</sup>, que se desaconseja por su alta toxicidad. Didier Besnainou por solventes como el White Spirit<sup>13</sup>, la esencia de trementina<sup>14</sup> o el tetracloruro de carbono<sup>15</sup>. Este último es, en realidad, un desengrasante para cera y no se utiliza en la actualidad por el peligro que ello conlleva. Este autor concluye en que no llegan a aportar una unión resistente<sup>16</sup>.

Ya en 1971 se introducen los adhesivos sintéticos para el tratamiento de pequeñas zonas dañadas de este tipo de obras: Murrel describe la restauración del *teatrini* de Zumbo *El triunfo del tiempo*, e indica que se utilizó para ella una emulsión de acetato de polivinilo<sup>17</sup>. Este material, como se verá, tiene una larga tradición en este campo. Besnainou añade que es apto para uniones resistentes y reversible en ciertas condiciones, como lo son, además, las resinas acrílicas, Paraloid® B67<sup>18</sup> (retirando el

---

<sup>11</sup> Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», 2.

<sup>12</sup> Vernon J. Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», *Studies in Conservation* 16 (1971): 108.

<sup>13</sup> El White Spirit es un disolvente extraído del petróleo, incoloro o levemente amarillento, con olor a queroseno y muy poco soluble en agua.

<sup>14</sup> La esencia de trementina es el líquido que se obtiene de la destilación con vapor de la resina extraída de diversas coníferas. Se utiliza como disolvente. Es incoloro y de olor característico. Catálogo CTS 2006, 82.

<sup>15</sup> El tetracloruro de carbono es un compuesto químico sintético, un líquido incoloro poco soluble en agua.

<sup>16</sup> Didier Besnainou, *Cire et cires: étude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation des œuvres céroplastiques* (Paris: Institut Français de Restauration des Œuvres d'Art, 1984), 56, 57.

<sup>17</sup> Murrel, «Some aspects of the Conservation of wax models», 105. El acetato de polivinilo o PVA es una resina termoplástica obtenida por polimerización del acetato de vinilo. Se presenta comercialmente en forma de emulsión. Es soluble en alcoholes, ésteres, cetonas, tolueno e hidrocarburos clorurados. Catálogo CTS, 33.

<sup>18</sup> El Paraloid® B 67 es una resina acrílica al 100% a base de Isobutil-metacrilato con óptimas características de brillo y adhesión. Es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados. Catálogo CTS, 20.

exceso con White Spirit) y Paraloid® B72<sup>19</sup>, preparada del 10-15% en xileno o al 12% en tolueno<sup>20</sup>. El Departamento de Conservación en la Universidad de Queen<sup>21</sup>, en Canadá, mantiene que lo más idóneo son las emulsiones de PVA solubles en agua, concretamente apuestan por el Jade® 403, al ser un adhesivo que aporta una fijación moderada, neutro, extremadamente flexible y, como todas las resinas acrílicas, a pesar de ser de color blanco opaco, al curar queda transparente. Su mayor inconveniente es que tarda mucho en secar, del orden de 24 horas. Para la reposición de un fragmento de cera desprendido, Dal Forno propone<sup>22</sup> utilizar acetato de polivinilo disuelto en alcohol aplicado en caliente, fijando a su base los fragmentos con alfileres entomológicos, y, si es una pieza con poco peso, adherirla con Vinamul® 6525<sup>23</sup>. Fischer y Eska, en el año 2011, apuestan por un polímero de isobutil metacrilato, el adhesivo Degalan® PQ 611, aplicado al 40 y al 60% en White Spirit. Asimismo, optan por adhesivos disueltos en solventes polares, como el polivinil acetato y copolímero acrílico Mowilith® SDM5, el etil acetato Plextol® B500 y el copolímero acrílico Primal® WS 24, aplicados a pincel; y dos polietilenglicoles, PEG 4000 disuelto al 60% en agua y PEG 6000 al 60% en una mezcla de etanol y agua, en proporción de 9:1, que se dan ligeramente templados. Tras una serie de experimentos de tracción concluyen en que los más adecuados son el Mowilith® 30 y las colas naturales, como se verá más adelante<sup>24</sup>.

La selección de emulsiones acuosas vinílicas o acrílicas para unir un material hidrófobo, puede inicialmente resultar inadecuada porque parece casi imposible que sea capaz de

---

<sup>19</sup> El Paraloid® B 72 es una resina acrílica al 100 % a base de Etil-metacrilato con estupendas características de dureza, brillo y adhesión. Es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados. Catálogo CTS, 21.

<sup>20</sup> Didier Besnainou, «Conservation et Restauration», en *Sculptures en cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*, ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon y Guilhem Scherf (Paris: RMN, 1987), 78.

<sup>21</sup> Ellis et al., «The Conservation of Wax Models from a Medical Collection», 43, 44.

<sup>22</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 82, 83.

<sup>23</sup> El Vinamul® 6525 es una emulsión de vinil acetato que se utiliza como adhesivo.

<sup>24</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 4-5, 9.



mojar toda la superficie a unir. Además, como la cera dificulta la evaporación del agua, estos adhesivos son de curado muy lento<sup>25</sup>.

Una cola animal - como siempre va preparada en agua -, puede parecer totalmente inapropiada para unir fragmentos de cera y, sin embargo, en el año 1988, Michaela Filipp introducía la cola de pescado y la de conejo al 20% con buenos resultados<sup>26</sup>.

Lang<sup>27</sup>, a la que ya se ha hecho mención, indica que el comportamiento mecánico de la cera a la tracción y a la flexión, es importante a la hora de elegir un adhesivo apto para restaurar la pieza rota. Esta investigadora señala como datos relevantes a tener en cuenta: aplicación sin calor ni disolventes que podrían dañar la cera, curado rápido (esencial dado que las partes no admiten sistemas de sujeción durante el secado del adhesivo), exceso de adhesivo removible, y un largo plazo de reversibilidad con agua y sin tener que realizar una gran fuerza mecánica sobre el adhesivo una vez seco. Así, de los ensayos de tracción y flexión que efectúa, deduce que cada cera necesita un adhesivo específico. Y concluye:

- La idoneidad del Lascaux® 498 HV<sup>28</sup>, aplicado tal cual, sin dilución adicional, como adhesivo para objetos realizados con pastas compuestas por cera parafina y cera de Japón.
- La cola de pescado<sup>29</sup> (al 30% en agua desionizada) mezclada con pasta de almidón<sup>30</sup> (preparada al 20% en agua desmineralizada), como adhesivo adecuado para aquéllos trabajados con cera de abejas y cera de Japón.

---

<sup>25</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 3.

<sup>26</sup> Citado por Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 4, 5.

<sup>27</sup> Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», 8-15.

<sup>28</sup> El Lascaux® 498 HV es un adhesivo acrílico termoplástico a base de metil metacrilato y butil acrilato. Es insoluble en agua una vez seca pero soluble en acetona y tolueno. Acceso el 12 de febrero de 2015, <http://www.conservation-support-systems.com/product/show/lascaux-acrylic-adhesive-360-498/lascaux-restauro-adhesives>

<sup>29</sup> La cola de pescado es una cola obtenida de las vejigas natatorias de ciertos peces, como el esturión, el bacalao, el barbo y la carpa. Se utiliza como adhesivo natural y es soluble en agua.

- El Mowilith® 30<sup>31</sup> preparado al 40% en una disolución de 1 parte de etanol y 19 partes de agua desionizada, como adhesivo idóneo para las obras con ceras montana. Sin embargo, el uso de Mowilith® 30 supone un compromiso dado que sólo es reversible mecánicamente o con disolventes, lo cual puede suponer un inconveniente a valorar.
- La cola de pescado (preparada al 30% en agua desmineralizada) apta como adhesivo para la cera de abejas. Seca con rapidez, es permanentemente reversible con agua, no afecta al material original y su exceso es removible incluso seco, de forma que no da lugar a ningún tipo de estrés mecánico.
- En el caso de objetos dañados que presenten fragmentos grandes y pesados, la cola de pescado aguanta la ruptura pero como es de secado muy rápido; el Lascaux® 498 HV, sin dilución adicional, puede ser una opción. No obstante, hay que tener en cuenta que, una vez seco, es insoluble en agua, de modo que su exceso ha de ser retirado en el momento de la aplicación. Sólo es reversible de manera mecánica o con disolventes como acetona, etanol, tolueno y xileno. Su proceso de curado es lento, con lo cual, si la cera es blanda, o tiene una superficie sensible, es preferible utilizar el Mowilith® 30, que endurece mucho más rápido.

La línea marcada por Lang en torno al estudio de las colas animales, también es desarrollada, en el año 2012, por el equipo de Ècoles de Conde<sup>32</sup>. Entre otros adhesivos, éstos proponen la cola de esturión, un adhesivo proteico obtenido de las válvulas natatorias del esturión. Dicha cola está compuesta por un 86 a un 93% de colágeno. Se prepara en agua fría dejándola reposar 12 horas y después se calienta al baño maría

---

<sup>30</sup> El almidón es un polisacárido vegetal que se almacena en las raíces, tubérculos y semillas de las plantas. Sus gránulos contienen polímeros de glucosa y son insolubles en agua a menos que se mezclen con un agitador magnético creando una pasta de almidón. Esta pasta es absolutamente reversible y se utiliza como adhesivo en restauración de papel. Acceso el 14 de febrero de 2015, <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>

<sup>31</sup> El Mowilith® es una dispersión acuosa de un copolímero a base de acetato de vinilo y éster butílico del ácido maleico, exento de plastificantes. Se utiliza como adhesivo en restauración de papel y soporte celulósico. Catálogo CTS, 32.

<sup>32</sup> Ècoles de Conde, *Etude et restauratio...*, 116-118.

para que se disuelva. Si pasa de los 60 °C se desnaturaliza. Añaden que es apropiada para la adhesión de fragmentos pequeños y que es reversible en agua. Para la restauración de objetos de cera es necesario preparar una cola muy viscosa, con una concentración del 12% en agua desmineralizada. No la consideran apta para adherir grandes fragmentos.

Otros equipos optan por realizar adhesiones con mezclas de cera-resina. En Alemania, se viene utilizando la cera de abejas virgen mezclada con resina dammar, para aumentar la capacidad adhesiva de ésta. Desde el año 1987 esta opción es aplicada por Hückel y Schnell, según citan Fischer y Eska<sup>33</sup>, y desde 1988 por Valerie Kaufmann<sup>34</sup>. Sin embargo, en el año 1992, los conservadores Schable y Wülfer llegaron a otra conclusión tras efectuar algunos estudios. Indican que estas pastas no han de utilizarse porque no son estables dado que se separan en sus componentes, con el paso del tiempo, a temperatura ambiente<sup>35</sup>.

A pesar de ello, las restauradoras alemanas Iris Buschendorf, en 1995, y Filipp, en 1988, así como varios equipos italianos del Opificio Delle Pietre Dure florentino, continuaron utilizando como adhesivos mezclas de cera-resina. Los alemanes mezclan cera microcristalina con resinas sintéticas, como la pasta cerosa Lascaux® 443-95 o la cera Kremer® 62620, y apuestan por su fuerza adhesiva, flexibilidad y buena humectabilidad, a pesar de que amarillean con el tiempo<sup>36</sup>. En cuanto a los italianos, el grupo dirigido por D. Angellotto propuso, en el año 2007, unir fragmentos con una pasta cerosa más resinosa que la original para que sirva como refuerzo, y más maleable para que facilite la

---

<sup>33</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 2.

<sup>34</sup> Valerie Kaufmann, «Restoration of an 18th Century half live-size anatomical figure modeled in beeswax», *The Conservator* 12 (1988): 29.

<sup>35</sup> Citado por Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 2. Para más información consúltese V. Schnaible, S. Wulfert, «Dans Märchen vom Wachs-Harz, ein Bericht über frühe Untersuchungen zur (Un) Beständigkeit von Wachs-Harzgemischen», *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 6 (1992): 241-243.

<sup>36</sup> Citado por Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 3.

reintegración de la misma<sup>37</sup>. Y el de Maria Gracia Cordua<sup>38</sup> apuesta, dos años después, por una pasta de cera compuesta por parafina, colofonia, barniz dammar natural y barniz natural de Batavia<sup>39</sup>.

Anteriormente, en el año 2006, Franco Rossi<sup>40</sup> retiraba cualquier componente resinoso y se decantaba por adherir con parafina. El proceso consistía en aplicar, en cada borde de las juntas de unión, con un termocauterio, un poco de calor a una fina capa de esferas minúsculas sólidas de esta cera y unir las partes con un poco de presión. La ventaja de este sistema es que se consigue la unión sin calentar el material original por el punto de fusión más bajo de la parafina, no quedando, además, residuos.

Sin embargo, Besnainou y Lang son firmes defensores de no utilizar calor para las soldaduras de cera porque éste puede provocar deformaciones y decoloraciones en la zona tratada aunque se utilice con sumo cuidado<sup>41</sup>. Asimismo, el equipo de restauración de ceras del Museo de Anatomía Patológica de Careggi<sup>42</sup>, considera que el uso de la

---

<sup>37</sup> D. Angellotto, Francesca Kumar, Laura Speranza, Maria Gracia Vaccari, «Verso il Perseo: il modello in cera di Benvenuto Cellini al Museo del Bargello», *OPD Restauro* 19 (2007): 82.

<sup>38</sup> Maria Gracia Cordua, Giancarlo Lanterna, Lisa Lombardi, Rosanna Moradei, Mario Scalani, Laura Speranza, «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration», *OPD Restauro* 21 (2009): 48, 49.

<sup>39</sup> Parece ser que, históricamente, Batavia es el nombre que los romanos daban a la región europea que se corresponde con los actuales Países Bajos. Batavia es también el nombre antiguo de Yakarta (Asia). Ralph Mayer hace referencia al mismo en su obra *Materiales y Técnicas del Arte*. Este tratadista estudia el barniz dammar de Batavia Grado A, que compara con el barniz dammar: "[...] se presenta en piezas más grandes y redondeadas." Parece que se refiere a las piezas de resina. También menciona el Barniz de Batavia Singapur N° 1, indicando: "[...] es más adecuado para barnices artísticos de solución simple; al secarse forma una película más dura y [con] menos tendencia a las eflorescencias [...]". Es posible que Cordua se refiera a este tipo de barniz resinoso, no obstante, en su artículo no aparece aclaración alguna al respecto. Puede consultarse el tratado de Ralph Mayer. *Materiales y Técnicas Del Arte* (Madrid: Akal, 1993), 241. Basado en la segunda denominación dada puede deducirse que sea un barniz de un tipo de resina dammar procedente específicamente de Asia. Tan sólo se trata de suposiciones dado que no se ha encontrado más información al respecto.

<sup>40</sup> Franco Rossi, «Parenchima di una foglia di liliun. Luigi Calamai (Firenze 1800-1851)», *OPD Restauro* 18 (2006): 268.

<sup>41</sup> Besnainou, *Cire et Cires...*, 56, 57 y Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», 2.

<sup>42</sup> Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rossi, Laura Speranza, «Il restauro di un manufatto in cera del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Il Busto di bambino idrocefálico eseguito da Luigi Calamai nel 1831», *OPD Restauro* 20 (2008): 230, 233.

espátula caliente puede resultar muy invasivo, además de señalar que el vínculo con cera no asegura una buena sujeción a largo plazo. Un miembro partido, indican, se puede volver a unir con la aplicación previa, como película de recubrimiento en sendos bordes, de Tylosa®<sup>43</sup> y ya sobre ésta dar pequeños toques de silicona transparente. La silicona funciona como un fantástico adhesivo cuando los fragmentos de material son bastante gruesos. Es totalmente reversible y fácil de utilizar.

También Dal Forno rechaza la utilización de cera fundida trabajada con termocauterio<sup>44</sup> como adhesivo, alegando que este sistema no es reversible, reconocible a simple vista, ni respeta el criterio de mínima intervención. Añade que el problema de este tipo de método es que implica una alteración del original que, sometido a temperatura, funde finalmente y se mezcla con la cera añadida en el proceso. El peligro es que al actuar de esta manera se puede perder parte de la información aportada por la pieza original, como las huellas del utillaje empleado.

No es sólo importante el material adhesivo que se utilice sino también su forma de aplicación. Así, en el caso de la unión con cera, en lugar de utilizar espátula térmica, varios restauradores alemanes prefieren recurrir a un adhesivo a base de cera blanqueada o virgen con una solución en solventes no polares como el White Spirit al 30 y 50% respectivamente. El problema de este método es que conlleva una elevada retención del disolvente y causa una hinchazón de los bordes de la rotura del objeto de cera<sup>45</sup>.

Hasta el momento las investigaciones en este campo han considerado apropiadas: las pastas de cera-resina, las dispersiones acuosas de resinas sintéticas, las resinas sintéticas disueltas en disolventes orgánicos y las colas animales. Se sabe que cumplen

---

<sup>43</sup> La tylosa® o tylose® es un adhesivo que se utiliza en restauración de papel o como agente condensante de emulsiones. Es una metilhidroxixelulosa soluble en agua fría e insoluble en agua caliente o disolventes orgánicos. Catálogo CTS, 41

<sup>44</sup> Federica Dal Forno, «Un'alternativa all'uso del termocauterio per la ricomposizione delle frature e delle mancanze nelle ceroplastiche», *Kermes* 76 (2009), 6.

<sup>45</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 3-5.

los requerimientos generales de conservación: suficiente poder adhesivo con buena elasticidad, de tal manera que ninguna tensión ponga en peligro la adhesión; estabilidad físico-química frente al envejecimiento, con lo que no pierden fuerza adhesiva; ausencia de fragilidad con el paso del tiempo y reversibilidad permanente. El curado es en película transparente y los materiales que se emplean están constituidos por ingredientes de efectos conocidos.

A modo de refuerzo se pueden utilizar pasadores metálicos insertados en la cera. Murrel indica que han de ser con base de aluminio para piezas gruesas o pesadas, y de latón o cobre para las más pequeñas. Se colocarán en un pequeño canal realizado en dirección perpendicular a la fisura a reparar y terminará por rellenarse, poco a poco la misma, con cera teñida acorde a la zona, para dar consistencia. El principal inconveniente de este sistema es que los orificios para alojar esos pernos se realizan con un taladro dentado de diámetro conforme al tamaño de los mismos y los fragmentos, con la consecuente vibración que ello supone para el conjunto de la escultura. Las pastas de cera con el envejecimiento se vuelve quebradizas por la migración de los plastificantes<sup>46</sup> y podrían provocarse daños secundarios. Por último, se unen a la cera con un adhesivo de cera-resina<sup>47</sup>. Besnainou, en su publicación de 1984<sup>48</sup>, coincide en que los pasadores han de ser de metales inertes como el acero inoxidable o el aluminio. Y ya en el año 2001, el equipo español dirigido por Fernández Berengué indica la idoneidad de colocar pequeños pernos o pasadores de acero<sup>49</sup>.

---

<sup>46</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 1.

<sup>47</sup> Murrel, «Some aspects of the Conservation of wax models», 101.

<sup>48</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 56, 57.

<sup>49</sup> Fernández Berengué et al., «La restauración de una Venus anatómica de cera», 13.

### **3.-REINTEGRACIÓN VOLUMÉTRICA**

En relación a la reconstrucción de partes faltantes en modelos anatómicos en cera, casi todos los restauradores optan por pastas céreas compuestas principalmente por cera de abejas virgen o blanqueada. Besnainou recalca que todas las ceras son compatibles entre sí y que sus mezclas son de gran reversibilidad<sup>50</sup>. En cualquier caso, como sabemos, no se debe reintegrar con el mismo material que el original pues ello supone un falso y compromete la intervención haciéndola del todo irreversible.

Todos los equipos coinciden en que se haga con pastas de cera porque conviene que todas las integraciones preserven la transparencia original de la cera del modelo, e indican que cualquier otro material va a resultar más opaco. Además, éstas han de tener un intervalo de fusión inferior al de la original y ser añadidas por capas, en caliente, de mayor a menor temperatura, hasta llegar al nivel de la superficie. Así, recalca Murrel, que la reintegración de una laguna se ha de hacer de forma gradual para evitar que la pieza original se ablande y distorsione. Este restaurador comenta que es importante modificar la temperatura de trabajo con una espátula térmica que disponga de regulador<sup>51</sup>. Asimismo, todos coinciden en que la cera incorporada ha de ser más blanda que la original para evitar tensiones en la pieza y favorecer su remoción si fuera necesario en el futuro.

Murrel, Besnainou, los profesionales del Opificio delle Pietre Dure, el equipo italiano de restauradores de Cordua, y el de Andreina Andreoni, previo al rellenado de la laguna, colocan en la misma, desde el interior, un material de malla abierta impregnado en cera-resina. En función de la resistencia requerida Murrel<sup>52</sup> recomienda el uso de lino o nylon. Besnainou<sup>53</sup> propone refuerzos textiles de fibra de vidrio o de nylon, en forma de

---

<sup>50</sup> Besnainou, *Conservation...*, 78.

<sup>51</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 101.

<sup>52</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 101.

<sup>53</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 57.

mallas poco tupidas, impregnadas en cera-resina dammar. El equipo de Cordua apuesta por una gasa de seda cruda impregnada exclusivamente en cera parafina, sin aporte de resina, recortando en ella la forma de la falta<sup>54</sup>. Y el de Andreoni opta, asimismo, por utilizar una tela encerada<sup>55</sup>. En todos los casos, dichos soportes se adhieren a los bordes del material original con una leve aplicación puntual de calor por medio de una espátula térmica y, a continuación, se aplica en la falta el material de relleno.

Isabelle Pradier, en el año 2011, indica en su memoria de fin de estudios<sup>56</sup>, que se ha de dar preferencia a la cera de abejas virgen porque se observa que la blanqueada, con el envejecimiento, provoca la aparición de eflorescencias blancas en la superficie por hidrólisis de ciertos compuestos que se incorporan para realizar el aclarado de la cera amarilla. Añade que al calentar la cera de reintegración para rellenar la falta se puede proteger la zona original con una película de Paraloid® B 72. Para grandes faltas recomienda hacer un molde de las mismas con una pasta de silicona, concretamente con una masilla para hacer moldes dentales, Panasyl Putty®<sup>57</sup>. Este molde se rellena con la cera de reintegración y, conseguida la forma de la falta, se fija al objeto original con calor mediante espátula caliente aplicada sólo en pequeños puntos. Para terminar de unir la pieza se utiliza como adhesivo polibutiral de vinilo (PVB)<sup>58</sup> o acetato de polivinilo (PVA)<sup>59</sup>. Asimismo, Besnainou<sup>60</sup> es partidario de una pasta compuesta por cera virgen de abejas, cera de carnauba, espermaceti, cera de polietileno, y las cargas y pigmentos

---

<sup>54</sup> Cordua et al., «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished waxes after restoration», 48, 49.

<sup>55</sup> Andreina Andreoni, Chiara Gabriellini, Francesca Kumar, Francesca Rossi, Fulvio Simoni, Laura Speranza, Filippo Tattini Filippo, «Il restauro della Venerina del Museo di Palazzo Poggi di Bologna. Un intervento innovativo per la realizzazione di strutture di sostegno nelle opere in ceroplastica», *OPD Restauro* 23 (2013): 55.

<sup>56</sup> Isabelle Pradier, *A corps ouvert: étude et restauration d'une cire anatomique florentine de la fin du XVIIIe siècle (Conservatoire d'Anatomie de Montpellier). Recherche sur les matériaux de comblement des objets en cire*. Mémoire de fin d'études (Montpellier: Institut National du Patrimoine, 2011), 93, 94.

<sup>57</sup> El Panasil Putty® es una silicona para hacer moldes dentales. Es de alta viscosidad y relativamente elástica. Es un material de impresión de mucha precisión a base de vinilpolioxano. Pradier, *A corps ouvert...*, 94.

<sup>58</sup> El polibutiral de vinilo también conocido simplemente como Butiral, es un compuesto químico resultado de mezclar alcohol de polivinilo con butiraldehído. El material resultante es un polímero de gran adherencia y durabilidad, utilizado principalmente en la industria del vidrio. Pradier, *A corps ouvert...*, 94.

<sup>59</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 94.

<sup>60</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 56, 57.



que se precisen. Con estos elementos considera que se pueden conseguir pastas de reintegración de durezas diversas. También aconseja añadir cera del insecto de china o cera de candelilla decolorada.

Y, sin embargo, son muchos los investigadores, anteriores a Pradier, que han utilizado a lo largo de la historia la cera de abejas blanca como base de sus pasta de relleno. Murrel, ya en el año 1971, proponía una mezcla de esta cera con cantidades variables de cera carnauba e indicaba, que ésta última aporta la dureza y calidad superficial requeridas<sup>61</sup>. Para las faltas más graves y pérdidas de material indica que se podían reproducir en cera, de un modo similar al explicado por Pradier. Para ello, se debían emplear moldes de yeso perdido, previamente introducidos en agua hirviendo durante unos minutos. De esta manera el yeso húmedo evitaba que la cera se adhiriera y así se facilitaba su desmolde. Si quedaban partículas de yeso adheridas a la cera podían eliminarse con ácido clorhídrico concentrado. Para el tallado, resultaban muy útiles las herramientas de grabado en madera, esto es, pequeñas gubias y punzones que permitían un devastado muy controlado y detallado. Se podía, inclusive, trabajar con estos utensilios en caliente, lo que facilitaba el cortado de la cera y el suave acabado en superficie<sup>62</sup>.

María Pilar Legorburu, en su Tesis Doctoral del año 1995<sup>63</sup>, se refería como material de relleno a una mezcla de cera de abejas blanca mezclada con resina elemí<sup>64</sup> y con AW2®<sup>65</sup>,

---

<sup>61</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 101.

<sup>62</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 102.

<sup>63</sup> María Pilar Legorburu Escudero, «Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y transcendencia del estuco en el resultado final según su composición y aplicación». (tesis doctoral, Universidad del País Vasco, Facultad de Bellas Artes, D. L. 1995), 122-123.

<sup>64</sup> La resina elemí es una resina blanda que se extrae de las angiospermas. Utilizada como plastificante por su bajo punto de fusión, aporta a la película buena adherencia. Se comercializa como un líquido espeso, pegajoso y de un color blanco grisáceo. Es una suspensión de ácidos orgánicos complejos en aceites esenciales. Es soluble en hidrocarburos aromáticos y alcohol. Es altamente compatible con los aceites, las ceras y las resinas naturales y sintéticas. Acceso el 13 de febrero de 2015, <http://www.kremer-pigmente.com/es/medios--aglutinantes-und-colas/resina-elemi-1-kg-62050.html>

<sup>65</sup> Resina sintética de los laboratorios BASF, que puede sustituirse por la MS2® o la MS2A® de los laboratorios Howards. Legorburu Escudero, «Criterios sobre la reintegración de lagunas», 123.

a la que añadía como carga tiza o caolín<sup>66</sup>. La fórmula adecuada para conseguir este relleno de cera sintético es la siguiente: 5 partes de AW2®, 0.5 partes de elemí y 1 parte de cera blanca de abejas. Recomienda verter la pasta con un cucurucho hecho de papel Melinex®<sup>67</sup> y proteger las partes limítrofes de la laguna, mediante un papel manila<sup>68</sup> intermedio, encolado a las mismas con metil-celulosa, cola fácilmente reversible con agua. Se puede utilizar una espátula caliente plana para ir calentando la cera e ir alisando la reintegración. El excedente de material se ha de eliminar con sumo cuidado. Esta pasta de reintegración es muy flexible y se puede retirar con un ligero aporte de calor. El sobrante se remueve con esencia de trementina o tricloroetileno<sup>69</sup>, ambos aplicados mediante hisopo.

Un año después, los investigadores canadienses, dirigidos por Ellis<sup>70</sup>, consideraron que las mejores propiedades las aportaba la pasta de relleno, moldeable con las manos, constituida por un 65% de parafina y un 35% de cera de abejas blanqueada. Tiene la consistencia de una plastilina y se aplica por presión suave sobre la laguna con los dedos o con una pequeña espátula térmica. Una vez ha tomado la forma adecuada y ha secado, se extrae y se adhiere a la misma con Jade® 403.

En el 2001, el equipo español de Fernández Berengué llevó a cabo la restauración de un modelo anatómico en cera de una venus y en el proceso de tratamiento de lagunas usó una mezcla idéntica a la de Murrel, compuesta de cera de abejas blanca (90%) y cera carnauba (10%)<sup>71</sup>.

---

<sup>66</sup> Legorburu Escudero, *Criterios...*, 122.

<sup>67</sup> El papel Melinex® es un film de poliéster que resiste altas temperaturas. Acceso el 13 de febrero de 2015, <http://www.barna-art.com/lascaux-productos-de-conservacion/lamina-para-conservacion-melinex-401-1-m-lineal>

<sup>68</sup> El papel manila es un papel similar al de seda pero algo más opaco, tiene una gran resistencia al estiramiento. Se realiza con cáñamo de Manila.

<sup>69</sup> El tricloroetileno (TCE) es una sustancia química de síntesis que se presenta en forma de líquido incoloro. Se utiliza como disolvente y es altamente tóxico por lo que actualmente se desaconseja su utilización. Acceso el 3 de marzo de 2015, [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts19.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts19.html)

<sup>70</sup> Ellis et al., «The Conservation of Wax Models from a Medical Collection», 46.

<sup>71</sup> Fernández Berengué et al., «La restauración de una Venus anatómica de cera», 13.

Años después, en el 2007, Becchetti publicó sus estudios al respecto<sup>72</sup> y propuso una mezcla de cera de abejas blanqueada, resina dammar y cera carnauba, en una proporción del 75%, 20% y 5% respectivamente. Indicar a tal efecto, que con anterioridad, Besnainou había resaltado que no conviene reintegrar con mezclas de cera-resina porque se vuelven irreversibles con el tiempo. Se produce una incompatibilidad porque ambos elementos tienen un intervalo de fusión tan dispar que no es posible fundirlos conjuntamente para poder eliminarlos<sup>73</sup>.

El equipo italiano de restauración florentino de Cordua, en 2009, también utilizó una mezcla de cera de abejas blanqueada y resina de colofonia<sup>74</sup>. Con el paso de los años se han empleado, ceras minerales y sintéticas, entre ellas la parafina pura, o la cera microcristalina tipo Cosmolloid®<sup>75</sup>. En Alemania es habitual el uso del polietilenglicol (PEG) al que se añade una carga para que endurezca y se haga más resistente. Estudios recientes han demostrado que no son materiales de relleno adecuados, dado que no resultan estables y presentan, con el paso del tiempo, fenómenos de oxidación térmica y fotoquímica<sup>76</sup>. A pesar de los inconvenientes señalados, algunos restauradores optan por su empleo.

La cera microcristalina fue empleada por Chiverches, en el año 1991, para la restauración de sellos de cera. E indica:

---

<sup>72</sup> Becchetti, «I sigili di una pergamena duecentesca conservata all'Archivio Segreto Vaticano. Intervento di restauro e conservazione», 38.

<sup>73</sup> Besnainou, *Conservation...*, 78.

<sup>74</sup> Cordua et al., «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration», 48, 49.

<sup>75</sup> El Cosmolloid® es una cera sintética polietilénica que resulta de la combinación de ceras microcristalinas refinadas sin disolventes ni químicos. Es insoluble en agua y disolventes polares. Soluble en tolueno, xileno y White Spirit. Su intervalo de fusión aproximado es de 84-90 °C.

<sup>76</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 93, 94.

[...] el acabado de las reintegraciones de cera para igualar texturas se puede llevar a cabo con disolventes orgánicos tales como el cloroformo y la nafta<sup>77</sup>.

En estos casos puede ser útil trabajar con corriente de aire caliente<sup>78</sup>.

En la ciudad florentina de Careggi<sup>79</sup>, el material elegido para las reintegraciones volumétricas realizadas en las restauraciones de los años 2008 y 2009 para la colección de ceras del Museo de Anatomía Patológica, fue la parafina en lugar de la cera de abejas. Se eligió ésta por su estabilidad físico-química, su pureza y, sobre todo, porque es identificable con espectrofotometría FT-IR<sup>80</sup>; de ese modo, la laguna restaurada se mantiene como un elemento diferenciable del original y con ello se respetan al máximo los criterios básicos de la restauración. La parafina se aplica en pequeños trozos, caliente, con un termocauterio de punta metálica fina dotado de temperatura regulable. Es por completo removible lo que garantiza la reversibilidad del tratamiento. Se aclara que surge un problema cuando se han de integrar lagunas de tono claro y poco espesor, porque la parafina, al enfriar, tiene tendencia a oscurecerse, pero se añade que ello también ocurriría en caso de utilizar ceras animales o vegetales.

Dal Forno no indica la composición de la pasta de relleno que utiliza, sólo explica que se ha de emplear una pasta de cera modelable a una temperatura mucho más baja que la de fusión de la cera original, en concreto a 34 °C, de modo que no se funda con ella y la modifique. Para poder reconocer con facilidad la cera añadida, se coloreará la masa de un tono similar pero no idéntico al original. Esta pasta de relleno, puede eliminarse si se calienta ligeramente la zona con aire a una temperatura de unos 32 °C. La cera original

---

<sup>77</sup> La nafta es un compuesto químico que se usa como disolvente, un éter de petróleo.

<sup>78</sup> C. A. Chiverches, «La restauración de modelos de cera. Una solución para la reintegración de lagunas», *Pátina* 5 (1991): 22.

<sup>79</sup> Chiara Gabbriellini et al., «Il restauro di un manufatto in cera del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Il Busto di bambino idrocefálico eseguito da Luigi Calamai nel 1831», 230, 233.

<sup>80</sup> La espectrofotometría de infrarrojos o espectrofotometría de masas consiste en un sistema científico de identificación de compuestos orgánicos.

no se verá afectada y la nueva incorporada se volverá dúctil y removible, haciendo de la operación una actuación reversible<sup>81</sup>.

Según la propuesta, llevada a cabo en el año 2012 por el equipo de restauración italiano del Opificio Delle Pietre Dure, dirigido por Andreoni, la mezcla de cera parafina y una cera vegetal es adecuada para este tipo de intervenciones en modelos anatómicos de cera, si bien no especifican cuál ni en qué proporción<sup>82</sup>. También se recomienda la parafina sola. La cera de reintegración tiende siempre, al secar, a una tonalidad distinta de la original. Se trata de una problemática que surge cuando el principal componente de la escultura es cera de abeja virgen teñida desde la masa en tonos claros. Los motivos pueden ser múltiples: el tipo de técnica de ejecución seguido para elaborar la pieza (referido a la metodología de aplicación de la cera) y la óptica, esto es, la translucidez y la reflexión de la luz a través de los diversos espesores de la cera. Este grupo de restauradores considera que se ha de avanzar en la investigación para lograr un resultado estético adecuado todavía no conseguido.

---

<sup>81</sup> Dal Forno, *La ceroplastica...*, 23, 82.

<sup>82</sup> Andreoni et al., «Il restauro della Venerina del Museo di Palazzo Poggi di Bologna. Un intervento innovativo per la realizzazione di strutture di sostegno nelle opere in ceroplastica», 42-57.

## PARTE 3: EXPERIMENTACIÓN

---



## CAPÍTULO VIII

---

### **CRITERIOS EXPERIMENTALES PARA LA SELECCIÓN DE ADHESIVOS DE RESTAURACIÓN EN CERAS. ESTUDIOS PARA LA COLECCIÓN *JAVIER PUERTA***







Con el paso del tiempo, y debido a los agentes intrínsecos y extrínsecos de degradación, las esculturas en cera ven alterada su resistencia física y mecánica, y su durabilidad a largo plazo se ve comprometida hasta tal punto de poder llegar a desaparecer la obra escultórica como tal. Todo el proceso de degradación comienza con la aparición de pequeñas fisuras -debido a múltiples factores ambientales, de conservación, de manipulación, etc.-, que si no son tratadas adecuadamente evolucionan hacia la formación de grietas, roturas y fragmentaciones, pudiendo aparecer daños irreversibles en el más grave de los casos. Estos daños estructurales ponen en peligro su preservación y su correcta conservación.

En este capítulo el objetivo es triple:

1. Analizar las características mecánicas de las ceras base de la Colección de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.
2. Estudiar cómo han evolucionado estas propiedades a través del tiempo, mediante un proceso de envejecimiento acelerado.
3. Evaluar qué adhesivos son los más adecuados, a partir de una experimentación llevada a cabo *ad hoc*, para unir los fragmentos originales separados de las ceras anatómicas.

Como es bien sabido, un adhesivo es una sustancia que estabiliza una unión sólida entre dos superficies en contacto, previamente separadas. Se dividen en dos grandes grupos: naturales y sintéticos. Los primeros son de origen orgánico - vegetal o animal -, y los segundos son, en su mayoría, polímeros. Habitualmente se utilizan en forma de soluciones, emulsiones y geles que necesitan como vehículo disolvente agua destilada o algún tipo de hidrocarburo<sup>1</sup>. Basándonos en criterios fundamentales de estabilidad, compatibilidad, estabilidad mecánica, durabilidad y reversibilidad, se tratará de determinar el más apropiado para cada caso particular.

---

<sup>1</sup> Cristina Giannini y Roberta Roani, *Diccionario de restauración y diagnóstico* (San Sebastián: Nerea, 2008), 18.

Con objeto de estudiar su resistencia mecánica adhesiva y su re-tratabilidad, en relación a la pasta de cera de las esculturas a estudio, se propondrán un conjunto de adhesivos, existentes en el mercado, y se aplicarán a probetas compuestas por el material céreo original recreado. Esto se realizará en dos situaciones igualmente interesantes: probetas de cera prístina y probetas de cera envejecida aceleradamente.

Como probeta de partida para este estudio se utilizará una probeta estándar de tracción uniaxial, que será descrita más adelante, la cual se cortará en dirección perpendicular a su sección central. Ambas partes serán posteriormente unidas mediante los adhesivos seleccionados a analizar, y serán sometidas a experimentos de tracción que darán respuesta a las cuestiones planteadas. Además de las medidas continuas de fuerza aplicada y deformación obtenida, también se realiza un estudio óptico *in situ* mediante cámaras de fotografía y vídeo, observando las zonas de desunión de los fustes de las probetas, y finalmente, una vez rotas y despegadas éstas, un análisis en profundidad de las superficies de fractura mediante microscopía electrónica de barrido. Asimismo, se compararán la microestructura del material original y envejecido mediante su análisis microscópico.

## 1.-SINOPSIS SOBRE LAS TÉCNICAS DE ADHESIÓN DE CERAS

Tal y como se analizó en el capítulo VII, existen una serie de precedentes en adhesivos para el tratamiento de daños estructurales en esculturas de cera, que nos va a servir como punto de partida de nuestra propia propuesta y estudio experimental (tabla 1).

INVESTIGADOR	ADHESIVO UTILIZADO	INDICACIONES
Murrel, 1971 <sup>2</sup>	Emulsión de acetato de polivinilo Se puede aplicar cloroformo a la grieta de la cera a pincel para hacerla desaparecer	Insertar pasadores metálicos con base de Al, latón o Cu fijados con un adhesivo de cera-resina
Besnainou, 1984 <sup>3</sup>	Emulsión de acetato de polivinilo Paraloid® B67 Paraloid® B72 al 10-15% en xileno o al 12% en tolueno  Eliminar pequeñas grietas aplicando White Spirit, esencia de trementina o tetracloruro de carbono	Insertar pasadores metálicos de acero inoxidable o Al
Hückel y Schnell, 1987 <sup>4</sup>	Cera de abejas virgen+ resina dammar	
Kaufmann, 1988 <sup>5</sup>	Cera de abejas virgen+ resina	
Filipp, 1988 <sup>6</sup>	Cera microcristalina o cera Kremer® con resina sintética Lascaux® 443-95 Cola de pescado al 20% en agua Cola de conejo al 20% en agua	

---

<sup>2</sup> Vernon J. Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», *Studies in Conservation* 16 (1971): 105.

<sup>3</sup> Didier Besnainou, *Cire et cires: étude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation des œuvres céroplastiques* (Paris: Institut Français de Restauration des Œuvres d'Art, 1984), 56, 57.

<sup>4</sup> Citado por Andrea Fischer, Margareta Eska, «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», *Ponencia presentada en el ICCOM*, (Lisboa, 2011): 2.

<sup>5</sup> Valerie Kaufmann, «Restoration of an 18th Century half live-size anatomical figure modeled in beeswax», *The Conservator* 12 (1988): 29.

<sup>6</sup> Citado por Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 3

Buschendorf, 1995 <sup>7</sup>	Mezcla de cera-resina	
Ellis et al., 1996 <sup>8</sup>	Jade® 403 N	Inconveniente: tarda en curar 24h pero es neutro
Fernández Berengué et al., 2001 <sup>9</sup>	Paraloid® B72 en Tricloroetano Acetato de polivinilo	Insertar pequeños pasadores de acero
Rossi, 2006 <sup>10</sup>	Parafina caliente	Aplicarla con espátula térmica en sendos bordes de la rotura
Angelotto et al., 2007 <sup>11</sup>	Pasta cerosa más resinosa que la original	
Gabbriellini et al., 2008 <sup>12</sup>	Silicona transparente	Dar una imprimación de Tylosa® en los bordes de la rotura
Cordua et al., 2009 <sup>13</sup>	Pasta de cera de parafina, colofonia, barniz dammar natural y barniz natural de Batavia	
Dal Forno, 2009 <sup>14</sup>	PVA disuelto en alcohol aplicado en caliente Vinamul® 6525 PVA® 6525 Syntolit® Reducir pequeñas grietas con cloroformo	Fijar los fragmentos a la base con alfileres entomológicos

---

<sup>7</sup> Citado por Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 3

<sup>8</sup> Shirley Ellis, Christopher Miller, Gillian Noseworthy, «The Conservation of Wax Models from a Medical Collection» Conference of Graduate Training Programs in Conservation, *Getty Research Institute* (1996): 43, 44.

<sup>9</sup> Laia Fernández Berengué, Montserrat Pugès i Dorca, Alfons Zarzoso Orellana, «La restauración de una Venus anatómica de cera», (2001), 13. Acceso el 2 de noviembre de 2010, <http://www.museudelamedicina.cat/pdf/venus.pdf>

<sup>10</sup> Franco Rossi, «Parenchima di una foglia di lilium. Luigi Calamai (Firenze 1800-1851)», *OPD Restauro* 18 (2006): 268.

<sup>11</sup> D. Angellotto, Francesca Kumar, Laura Speranza, Maria Gracia Vaccari, «Verso il Perseo: il modello in cera di Benvenuto Cellini al Museo del Bargello», *OPD Restauro* 19 (2007): 82.

<sup>12</sup> Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rossi, Laura Speranza, «Il restauro di un manufatto in cera del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Il Busto di bambino hidrocefálico eseguito da Luigi Calamai nel 1831», *OPD Restauro* 20 (2008): 230, 233.

<sup>13</sup> Maria Gracia Cordua, Giancarlo Lanterna, Lisa Lombardi, Rosanna Moradei, Mario Scalani, Laura Speranza, «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration», *OPD Restauro* 21 (2009): 48, 49.

<sup>14</sup> Federica Dal Forno, *La ceroplastica anatomica e il suo restauro. Un nuovo uso Della TAC, una possibile attribuzione a G. G. Zumbo* (Florencia: Nardini, 2009), 82, 83.

Fischer et al., 2011 <sup>15</sup>	Degalan® PQ 611 al 40% o 60% en White Spirit Mowilith® SDM Plextol® B500 Primal® WS 24 PEG 4000 al 60% en agua PEG 6000 al 60% en agua  Cera blanqueada con propóleo	Se aplican a pincel    Los polietilenglicoles preparados en agua se disuelven en etanol en proporción 9:1 y se aplican templados
Lang, 2011 <sup>16</sup>	Lascaux® 498 HV Cola de pescado al 30% en agua + pasta de almidón al 20% en agua Mowilith® 30 al 40% en una dilución de 1 parte de etanol y 19 de agua	Para ceras parafina y Japón Para ceras de abejas y Japón  Para las ceras Montana
Pradier, 2011 <sup>17</sup>	Pioloform® BM18 al 40% en etanol	
Écoles de Conde, 2012 <sup>18</sup>	Cola de esturión al 12 % en agua destilada  Propóleo al 20% en etanol	Se prepara en agua fría y se calienta a 60 °C al baño maría

**TABLA 1.-**Cuadro sinóptico de los adhesivos utilizados en roturas de cera por otros investigadores

<sup>15</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strength of adhesives for fragile and non-polar substrates», 4-5, 9.

<sup>16</sup> Johanna Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and Their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», Proceedings of Symposium 2011: Adhesives and Consolidants for Conservation. (Canada, 2011): 8-15.

<sup>17</sup> Isabelle Pradier, *A corps ouvert: étude et restauration d'une cire anatomique florentine de la fin du XVIIIe siècle (Conservatoire d'Anatomie de Montpellier). Recherche sur les matériaux de complément des objets en cire*. Mémoire de fin d'études (Montpellier: Institut National du Patrimoine, 2011), 93, 94.

<sup>18</sup> Écoles de Conde. Solène de la Forest d'Armaillé. Promo 2012. *Etude et restauratio d'une charte scelle de Louis d'Orléans, grand-maître des ordres royaux de Saint-Lazare et de Notre-Dame du Mont Carmel (1721)*. Acceso el 19 de noviembre de 2014, 116-118, [http://www.wisuu.com/ecoleconde/does/de\\_la\\_forest\\_sol\\_ne\\_m\\_memoire](http://www.wisuu.com/ecoleconde/does/de_la_forest_sol_ne_m_memoire)

## 2.-PROPUESTA DE ADHESIVOS COMERCIALES

Tal y como puede apreciarse en la tabla 1, han existido dos tendencias básicas para tratar de unir fragmentos de esculturas de cera: la utilización de adhesivos naturales o sintéticos y la de ceras diversas mezcladas con resinas.

De entrada, se descarta adherir con mezclas de cera-resina porque se ha comprobado, de forma experimental, que ambos materiales tienen un punto de fusión tan dispar que no forman una mezcla homogénea.

Testaremos los adhesivos siguientes (tabla 2):

NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	PREPARACIÓN Y APLICACIÓN
<b>ADH1.-Cola</b> de esturión al 12% y al 20% en agua destilada	Cola natural animal hecha de vejiga de esturión. No incluye restos como ocurre en otras colas animales como la de conejo, es muy pura. Las vejigas se sacan del pez, se sumergen en agua caliente, se elimina su musculatura exterior y la sangre, y se ponen a secar. La mayor cantidad de colágeno figura en las vejigas del caviar, que es la de mejor calidad. Se utiliza como adhesivo en la tradición alemana. Tiene baja viscosidad.	Se prepara en un bote de cristal en la proporción indicada y se deja reposar para que se hinche. Al ir a utilizarla, se diluye la cola al baño maría calentándola hasta alcanzar los 60 °C. Si se sobrecalienta se desnaturaliza y pierde todas sus propiedades. Se puede guardar en un refrigerador gelificada durante varios días.
<b>ADH2.-Propóleo</b> al 20% en etanol	También conocido como propólís, es una mezcla resinosa que obtienen las abejas de las yemas de los árboles y que luego procesan en la colmena como sellante de pequeños huecos de hasta 6 mm de profundidad. Su color puede ir de un amarillo oscuro a marrón y se presenta en polvo. A temperatura de unos 20 °C es pegajoso y a temperaturas menores solidifica.	Se prepara trabajando en volúmenes al 20% en etanol. Se aplica a pincel.

<b>AHD3.-PVA</b>	Emulsión vinílica reforzada con resinas acrílicas. Es una resina termoplástica compuesta por homopolímeros de acetato de polivinilo. Es soluble en agua, alcoholes, ésteres, cetonas, tolueno e hidrocarburos clorurados. Tiene un alto poder sellante, es flexible, de rápido curado y alto rendimiento <sup>19</sup> . Es ácido.	Se aplica directamente a pincel. Se vende listo para usar, basta con mezclarlo uniformemente.
<b>ADH4.- Evacon® R</b>	Copolímero de acetato de vinilo-etileno en emulsión, de pH neutro. Está libre de plastificantes y es absolutamente reversible <sup>20</sup> .	Se aplica directamente a pincel, y se puede desleír un poco en agua destilada.
<b>AHD5.-Vinavil® 59</b>	Adhesivo vinílico de viscosidad media. Es una dispersión acuosa de un homopolímero aceto-vinílico de alto residuo seco. Se presenta en forma de un líquido lechoso blanco. Es soluble en agua, de pH neutro y cura en unos 30 minutos.	Se aplica a pincel directamente aunque se puede diluir un poco en agua destilada.
<b>ADH6.-Mowital® B 60 HH</b>	Resina termoplástica de polivinil butiral. El número indica el grado de polimerización (su viscosidad) y las letras su grado de acetilización, siendo HH la más alta, lo que lo hace insoluble en agua. Es soluble en solventes no polares como el tolueno. Resistente a la acción solar y de la luz en general, aguanta intacto hasta temperaturas de unos 120 °C. Presenta propiedades de adhesión muy buenas y es elástico, pudiéndose aumentar su flexibilidad con la adición de plastificantes <sup>21</sup> .	Se aplica directamente a temperatura ambiente, aunque en ocasiones hay que calentarlo un poco para su dilución completa.

<sup>19</sup> Ficha técnica. Acceso el 28 de enero de 2015, <http://www.empresario.com.co/nisol/prod/pva.pdf>

<sup>20</sup> Ficha técnica. Acceso 29 de enero de 2015.  
[http://www.cnba.uba.ar/sites/default/files/restauracion/proyectos/Informe\\_Tecnico\\_-\\_Restauracion\\_Globo\\_Terraqueo\\_en\\_relieve.pdf](http://www.cnba.uba.ar/sites/default/files/restauracion/proyectos/Informe_Tecnico_-_Restauracion_Globo_Terraqueo_en_relieve.pdf)

<sup>21</sup> Ficha técnica cedida por CTS, empresa suministradora.



<b>ADH7.-</b> Lascaux® 498 HV	Adhesivo acrílico, copolímero termoplástico de butyl-metracrilato en dispersión. Soluble en agua, aunque se vuelve irreversible en la misma una vez cura. Soluble en acetona, tolueno y xileno e insoluble en White Spirit. Es muy flexible. Aguanta temperaturas de hasta 72 °C <sup>22</sup> .	Se puede aplicar directamente o disuelto en un poco de agua destilada en función de la viscosidad que se desee que tenga.
<b>ADH.8.-</b> Mowilith® DS 5/2	Dispersión acuosa de un copolímero a base de acetato de vinilo y éster butílico del ácido maleico, exento de plastificantes.	Se aplica tal cual, a pincel, en frío.
<b>ADH9.-</b> PVA K40	Resina termoplástica en polvo a base de homopolímeros de acetato de polivinilo. Soluble en alcoholes, ésteres, cetonas, tolueno e hidrocarburos clorurados.	Se disuelve al 20% en etanol y se calienta al baño maría a 60 °C hasta que se forma un gel que se aplica en caliente.

**TABLA 2.-**Propuesta de adhesivos comerciales que se van a testar

En el campo de la restauración de obras de arte un adhesivo, idealmente, ha de cumplir con los siguientes requerimientos:

1. Sencillez en la preparación.
2. Ductilidad, maleabilidad, plasticidad y facilidad de manipulación.
3. Ha de mojar adecuadamente las superficies que se van a poner en contacto, lo que significa que se distribuya de forma uniforme en la zona de aplicación.
4. Ha de formar una buena unión con los bordes del original y comenzar a adherirlos al entrar en un estado mordiente. Que tenga un tiempo de curado razonablemente rápido, a fin de poder realizar pequeñas modificaciones tras la colocación de las piezas pero que no sea necesaria su sujeción durante tiempos muy largos.

---

<sup>22</sup> Ficha técnica. Acceso el 28 de enero de 2015,  
<http://www.conservation-support-systems.com/product/show/lascaux-acrylic-adhesive-360-498/lascaux-restauro-adhesives>

5. Debe ser resistente y estable en el tiempo. Que sea estable significa que sus propiedades adhesivas no se vean afectadas negativamente por el envejecimiento ni por las condiciones medioambientales de conservación.
6. Es especialmente importante que sea compatible con el material céreo base y reversible.
7. No ha de ser tóxico.

Al utilizar adhesivos hay que tener en cuenta dos cuestiones importantes desde un punto de vista práctico:

1. La superficie del objeto donde se vaya a dar ha de estar muy limpia, esto es, libre de grasa y polvo.
2. La forma de aplicación ha de ser la adecuada. En el caso de los materiales seleccionados, una vez preparados, se extenderán sobre la zona a tratar a pincel o espátula, en función de su viscosidad, en sendos bordes de la rotura de la probeta. Se aplicará una ligera presión con las manos, eliminando el sobrante a continuación.

### **3.- PROBETAS DE TRACCIÓN Y ELECCIÓN DE LA PASTA**

Para llevar a cabo esta parte experimental se ha partido de las ideas de los trabajos previos realizados por Lang<sup>23</sup> y Fischer<sup>24</sup>. El equipo de Fischer, en su propuesta, no da detalles sobre las dimensiones de las probetas. Lang siguió la normalización alemana DIN EN ISO 178 y DIN EN ISO 527-2 para probetas de tipo polimérico, y aclara que no

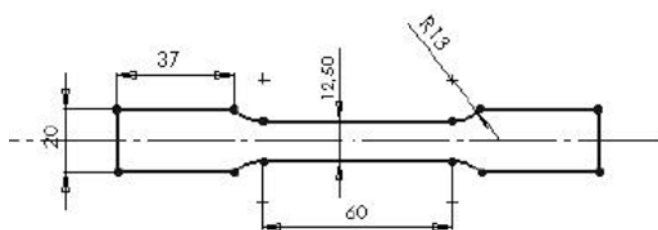
---

<sup>23</sup> Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», 1-20.

<sup>24</sup> Fischer et al., «Joining broken wax fragments: testing tensile strenght of adhesives for fragile and non-polar substrates», 1-9.

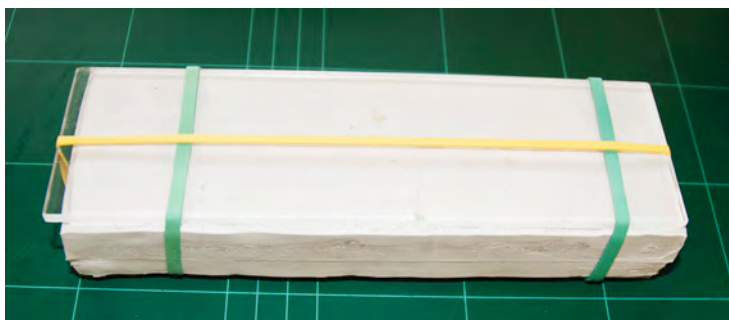
hay medidas internacionales estandarizadas para estos estudios. Las dimensiones de sus probetas de tracción fueron de 170 mm x 20 mm x 6 mm<sup>25</sup>, en forma de hueso de perro.

Para construir nuestras probetas, se ha considerado oportuno guiarnos por la Norma ISO 527, ASTM D638, para probetas de ensayo de tracción en plásticos (fig. 1).



**FIG. 1.-** Probeta de ensayo de tracción en plásticos según la norma ISO 527, ASTM D638, medidas en mm.

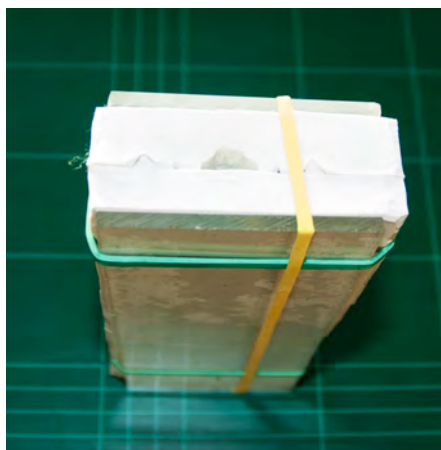
De acuerdo a la misma, se realizó un molde en silicona (figs. 2, 3, 4). Sin embargo, las probetas resultaban irregulares y poco homogéneas. No obstante, este molde inicial nos fue de gran utilidad para establecer las condiciones posteriores de fabricación de muestras.



**FIG. 2.-** Molde de silicona para probetas de tracción realizado según la norma ISO 527, ASTM D638. Para que las paredes no se comben se reforzaron con planchas de metacrilato. El conjunto se cierra con gomas.

---

<sup>25</sup> Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», 6.



**FIG 3.-** El molde consta de una abertura triangular por donde se vierte la cera líquida, y dos respiraderos a ambos lados de la misma, realizados para que salga el aire y evitar así que se formen burbujas.



**FIG. 4.-**El molde de silicona abierto donde puede verse la forma de la probeta normalizada.

La pasta a utilizar en los experimentos de tracción ha de ser lo más similar a la original, para que el ensayo funcione de acuerdo con la realidad, y no ha de contraer en el molde. Se comenzó probando las siguientes (tabla 3), y se observó su comportamiento en relación a su retracción y su flexibilidad.

NOMBRE PASTA	COMPOSICIÓN	OBSERVACIONES
P1	Pasta blanca CTS preparada en láminas	No conocemos su composición exacta. Buena dureza, no se dobla, rotura muy limpia. Sólo se utilizó como prueba. Descartada.
P2	Cera virgen de abejas	Contrae 1 mm, mala dureza. Hemos de ver la manera de utilizarla sin que contraiga porque es la base de la pasta de cera original de los modelos a estudio. Descartada.
P3	60% cera virgen de abejas + 5% Trementina de Venecia + 35% resina de colofonia	No contrae pero no tiene suficiente dureza. Se aproxima más a la original pero la resina decanta.
P4	1 parte cera virgen abejas + 1 parte cera de abejas blanqueada	No contrae, mejora con respecto a la P2 en que se utilizaba cera virgen amarilla sola.

P5	1 parte de P3 + 1 parte cera de abejas blanqueada	Contrae 2 mm. Descartada.
P6	1 parte cera virgen de abejas + 1 parte cera candelilla	No retrae, tiene buena dureza, pero dista mucho de la pasta original. Descartada.
P7	1 parte cera virgen de abejas + 1 parte cera carnauba	Contrae 2 mm. Descartada.
P8	2 partes cera blanca + 1 parte cera de abejas	Mejora con respecto a la P2 que contraía.
P9	1 parte cera blanca + 1 parte cera carnauba	Contrae 2 mm y dista mucho de la pasta original. Descartada.

**TABLA 3.-**Pruebas de pastas cerosas para el experimento de tracción

La pasta que daba mejor resultado era la P4 compuesta a partes iguales de cera de abejas virgen amarilla con cera de abejas blanqueada. A partir de esta observación, y de la receta dada por Bonélls y Lacaba<sup>26</sup>, en su recetario, para la manufactura de los modelos en cera a estudio, que es la siguiente:

6 partes de cera virgen de abejas  
3 partes de Trementina de Venecia  
1 parte de manteca de cerdo

Se decidió adicionar otros componentes a la P4. No se pueden realizar las probetas directamente con esta receta porque se comprobó que la Trementina de Venecia y la manteca de cerdo plastifican mucho la mezcla con lo que ésta no solidifica, quedando excesivamente maleable y pegajosa. Se necesitaba una pasta similar pero que tuviera mayor rigidez. Para ello disminuiríamos las proporciones de Trementina y sebo.

La primera pasta que se ensayó fue la siguiente:

---

<sup>26</sup> Jaime Bonélls e Ignacio Lacaba, *Curso completo de anatomía del cuerpo humano* (Madrid: en la oficina de Don Francisco Martínez Dávila, impresor de Cámara de S. M., 1820. Tomo V.), 305.

**P10.-**

95% cera virgen de abejas  
4% Trementina de Venecia  
1% manteca de cerdo purificada

No era resistente y retraía, de modo que se convino adicionar cera de abejas blanqueada, dado el buen resultado que había ofrecido en la P4 en relación a la contracción de la cera virgen de abejas<sup>27</sup>. Se preparó la pasta siguiente:

**P11.-**

47% cera virgen de abejas  
47% cera blanqueada de abejas  
5% Trementina de Venecia  
1% manteca de cerdo purificada

Esta resultaba la mezcla adecuada, no contraía, era de dureza óptima, de composición muy similar a la original, nada pegajosa y se mostraba estable.

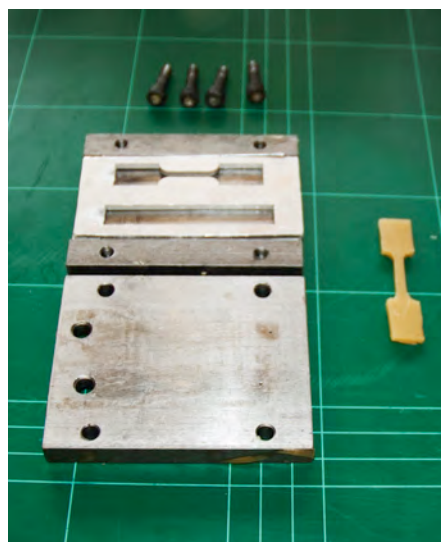
Se determinó que las probetas de P11 elaboradas con el molde de silicona no iban a funcionar en los ensayos de tracción, porque, al estar éste hecho a mano, podían presentar muchos posibles fallos estructurales y dimensionales. Se realizó un nuevo molde metálico (figs. 5, 6), mecanizado por los técnicos del taller del laboratorio del Departamento de Ciencia de Materiales de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.

---

<sup>27</sup> Ésta contrae porque es más untuosa que la blanqueada al estar polucionada y tintada por otros productos constitutivos de la colmena como son los propóleos, el polen y restos de envolturas y vainas de larvas.



**FIG.5.-** Nuevo molde en acero. Se cierra con cuatro tornillos de apriete. El molde se encuentra completamente sistematizado y consta de abertura en cuña horizontal para verter la P11 fluida.



**FIG. 6.-** Molde normalizado y mecanizado abierto. Se desatornilla y consta de una tapa (abajo) y un soporte con el molde de la probeta de tracción (arriba). Junto a él la probeta de tracción adecuada a la máquina a utilizar para el experimento.

La nueva probeta de tracción tiene unas dimensiones de 5,7 cm de largo y 1,2 cm de ancho en las mordazas, un fuste de 2 cm de largo y 4 mm de ancho. El espesor es de 3 mm y uniforme en toda la probeta.

La cera se adhiere al metal por lo que fue imprescindible utilizar como desmoldeante silicona en spray. Este se aplicaba a todo el interior del molde, a continuación se retiraba el exceso y se dejaba secar a temperatura ambiente durante 5 minutos. Se vertía la P11 a temperatura de baño maría de 80 °C y, tras 4 minutos de reposo, para que ésta fraguara, se abría el molde (fig. 7). Los resultados no fueron buenos, por una parte, la silicona dejaba marcas de aguas en las paredes de la probeta y, por otra, la pasta de cera secaba tan rápido que no rellenaba apenas el molde (fig. 8). El trabajo se realizaba con el molde en frío y en horizontal.



**FIG. 7.-** Se ha vertido la P11 en el molde en posición horizontal y frío y se procede a su desatornillado para abrirlo.

**FIG. 8.-** El resultado, como puede verse, no era el deseado. La P11 no rellenaba todo el molde, con lo que no se conformaban las probetas de tracción.



Se decidió optar por inclinarlo y calentarlo, había que obtener las probetas con el molde metálico en caliente. También se sustituyó la silicona en spray por un desmoldeante específico de cera-metal que no creara marcas. Lo primero que se ensayó, fue introducirlo en el baño maría que fundía la P11 a 100 °C (fig. 9), y se inclinó 1,7 cm (fig. 10). El resultado fue infructuoso porque quedaban burbujas formadas por el aire (fig. 11) que evitaban que se conformase la probeta de modo correcto.

**FIG. 9.-** Introdujimos el molde en el baño maría para calentarlo a 100 °C.







**FIG. 10.-** Al fondo aparece el baño maría en el que, en un vaso de pírrex, fundíamos la P11. Delante, han de estar muy próximos para que la cera no enfríe, ubicamos el molde caliente, previamente aplicado el desmoldeante, e inclinado 1,7 cm.



**FIG. 11.-**Resultado calentando el molde al baño maría. No funcionaba.

Se optó por calentarlo en un horno de cocina convencional a 160 °C (fig. 12) y verter la cera, manteniendo el molde inclinado 1,7 cm. dentro del mismo (fig. 13). El resultado fue que el molde estaba tan caliente, que la P11 se fluidificaba de tal manera que se salía del mismo, dado que no es estanco (fig. 14). Tampoco funcionó vertiendo la cera fuera del horno previo calentamiento del molde en el mismo a 160 °C.



**FIG. 12.-** Calentamiento del molde inclinado 1,7 cm en el horno a 160 °C.

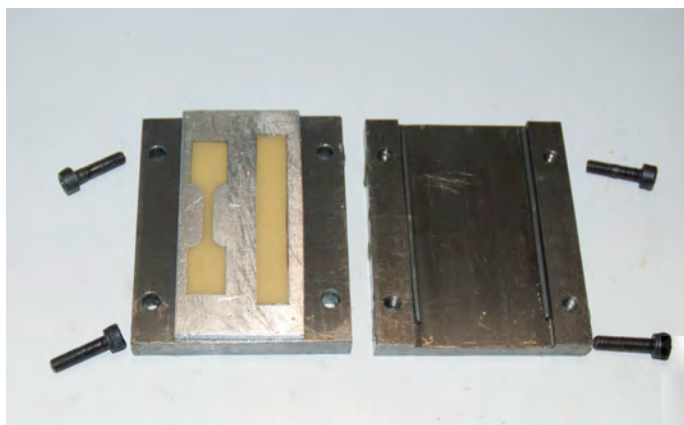


**FIG. 13.-** Vertido de la P11 en el molde, dentro del horno, a temperatura de 160 °C.

**FIG. 14.-** Resultado negativo: la temperatura es excesiva y la P11 se salía por completo del molde.



Tras muchas pruebas se llegó a la praxis adecuada: calentar el molde a 44 °C, inclinarlo 1,7 cm. y verter la P11 a T=100 °C del baño maría (fig. 15). Se realizaron así un total de 108 probetas de tracción.



**FIG. 15.-** Probeta de tracción bajo los parámetros que se han indicado.

#### **4.-PROCESO DE ENVEJECIMIENTO**

Una vez obtenidas las 108 probetas de tracción de P11, la mitad se destinaría a su estudio de tracción sin envejecimiento, y, la otra parte, a ser traccionadas una vez envejecidas.

Para ello, se introdujeron 54 de las probetas en una cámara de envejecimiento acelerado. Se sometieron a radiación ultravioleta (UV) lo que elevaba su temperatura, pero no se pudo cuantificar en qué medida. Este aparato está fabricado bajo la norma UNE 53-104-86. Presenta un carrusel de 4 tubos fluorescentes Ultraviolet-B TL 40W/12RS (Philips) con una distribución espectral de energía dentro del intervalo 260-390 nm. El máximo de emisión es de 0,80 W a 317 nm, con una radiación incidente sobre las muestras de 0,081 W/m<sup>2</sup> medida a 340 nm a una distancia de 10 cm. La Humedad Relativa (HR), constante en esta cámara, es un factor de degradación que no interesa, dado que las ceras y sus mezclas son estables frente a este parámetro al ser materiales hidrófobos o impermeables.

Las condiciones de envejecimiento fueron: exposición constante a radiación UV y temperatura constante de 30 - 35 °C. Se sometieron a un único ciclo de 1.104 h. que se consideró el punto final de la exposición, según el único precedente de envejecimiento establecido en ceras por la investigadora francesa Pradier<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 112-117.

## **5.-PROCESO DE ADHESIÓN**

Una vez se dispone de 54 probetas de tracción de P11 sin envejecer, y 54 envejecidas, se procede al corte de sus fustes por su sección central, en dirección perpendicular al plano, con una cuchilla de 0,15 mm de espesor.

A continuación, en grupos de 4 ó 5 probetas, con el objeto de obtener al menos 3 ensayos de tracción válidos (cosa que no siempre fue posible dada la gran complejidad experimental del sistema de ensayo y del material), se aplicaron los adhesivos recogidos en la tabla 2, tal y como ya se indicó. Una vez impregnado el adhesivo en cada probeta, se retiraba el remanente, se apretaban sendas partes con las manos y se introducía en su molde metálico de tracción (fig. 15) para que la alineación y adhesión fueran lo más idóneas posible. Se dejaban curar los adhesivos 24 h. y luego eran extraídas del molde con sumo cuidado, quedando listas para el experimento.

Durante el proceso de preparación de las muestras, se realizaron ciertas observaciones en el transcurso de la adhesión, que nos hizo descartar 2 adhesivos. Los motivos se resumen a continuación:

**1.- El ADH1**, cola de esturión preparada al 12%, y al 20% en agua destilada y aplicada con pincel, en caliente, a 60 °C de T, formaba inicialmente película y parecía adherir. Sin embargo, los bordes de los fustes de las probetas, se separaban al más mínimo roce. No era posible sacar las muestras, así unidas, del molde sin romperlas por el punto de adhesión. Ello podía deberse a que la película que formaba la cola de esturión, en cualquiera de las proporciones mencionadas, era muy rígida, y menos flexible que la P11. No se estaba adaptando al material céreo y por ello rompían las probetas. El equipo de Écoles de Conde recomienda la utilización de esta cola animal al 12% en agua desionizada<sup>29</sup> y obtiene empíricamente buenos resultados, cosa que nosotros no. No obstante hemos de

---

<sup>29</sup> Écoles de Conde, *Étude et restauration...*, 116-118.

tener en cuenta que este grupo de investigación empleó tal adhesivo en un pequeño sello de cera muy envejecida, cuya composición desconocemos. No obstante, para nuestro caso particular, no tiene aplicación.

**2.-** El **ADH2** propuesto, esto es, el propóleo disuelto en etanol a diferentes concentraciones no resultó tampoco adecuado porque no forma película. El equipo de investigación francés de Écoles de Conde lo utiliza disuelto al 20% como consolidante de la cera<sup>30</sup>. Es probable que para este fin funcione, pero no para unir nuestros fragmentos de cera.

**3.-** El resto de adhesivos: **ADH3 (PVA)**, **AHD4 (Evacon® R)**, **ADH5 (Vinavil® 59)**, **ADH6 (Mowital® B 60 HH)**, **ADH7 (Lascaux® 498 HV)**, **ADH8 (Mowilith® DS 5/2)** y **ADH9 (PVA K40)**, forman películas aparentemente finas y flexibles y parecen adaptarse a todos los poros de los bordes de la rotura de la cera, siendo más blandos que la P11, motivo por el cual unieron sin problema. Los 3, 4, 5, 7 y 8 se aplicaron pincelados en frío, el 6, dada su alta viscosidad a espátula, también en frío y el 9 se preparó al 20% en etanol extendiéndose en caliente, pincelado, a 60 °C de T.

## **6.-ENSAYOS DE TRACCIÓN UNIAXIAL**

Tras haber realizado las adhesiones sobre las probetas tal y como se ha indicado, y descartados los ADH1 y 2, disponíamos de las probetas listas para ser sometidas al experimento de tracción uniaxial.

### **6.1.-OBJETIVOS DE LA CARACTERIZACIÓN MECÁNICA**

Los objetivos a lograr fueron:

---

<sup>30</sup> Écoles de Conde, *Étude et restauration...*, 116-118.

1. Determinar la resistencia mecánica de la pasta original recreada (P11) prístina y envejecida.
2. Analizar la resistencia mecánica de los adhesivos 3 a 9 (tabla 2) en las probetas de pasta original recreada (P11) envejecidas y sin envejecer. Esto equivaldría a estudiar el efecto de los adhesivos sobre la cera de los modelos de la colección madrileña, tanto en su situación inicial como en la actual.
3. Establecer comparativas entre los resultados a fin de determinar cuál es más apto para cada caso concreto en obra real, esto es, en las esculturas de cera, de la colección *Javier Puerta*, que presenten desuniones.

## 6.2.- DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE TRACCIÓN UNIAXIAL

El ensayo de tracción de un material consiste en someter a una probeta normalizada a un estado de tensiones (llamadas fuerzas de forma simplificada) en un estado uniaxial paralelo al eje mayor de las probetas ensayadas. Durante el ensayo de tracción la fuerza se va incrementando hasta que se produce la rotura de la muestra. Para producir el incremento de la fuerza se mantiene una velocidad de desplazamiento constante de uno de los extremos de la probeta respecto del otro. En este caso la velocidad fue de 100 micras por minuto.

Con este experimento se mide la resistencia de un material a una fuerza cuasi estática, o aplicada lentamente. A partir del mismo se obtiene la respuesta Tensión frente a Deformación para el material objeto de estudio, lo que determina la Fuerza necesaria para provocar en la probeta de ensayo un alargamiento determinado.

Pueden establecerse características importantes de los materiales, entre otras:

- Tensión de rotura, Tensión máxima o Resistencia a tracción,  $\sigma_{\max}$ .

Es la Tensión máxima soportada (Fuerza máxima aplicada dividida por el área de la sección central inicial de la probeta).

- Módulo elástico, Módulo de elasticidad o Módulo de Young,  $E$ .

Es el resultado de dividir la Tensión por la Deformación unitaria, dentro de la región elástica y lineal de un diagrama Tensión-Deformación.

El Módulo de elasticidad es característico de cada material, cualquier pieza de un mismo material tiene el mismo módulo aunque la fuerza que sea capaz de soportar sea muy diferente debido a la distinta geometría de la probeta.

Finalmente, interesa aclarar que se denomina *zona elástica* de comportamiento del material, al intervalo de tensiones y sus correspondientes deformaciones, que son recuperables, es decir, que al retirar la fuerza que provoca determinada deformación, el material vuelve a su estado original a través de una línea recta sin haber sufrido deformaciones permanentes. Los posibles comportamientos mecánicos en la zona elástica frente a la aplicación de carga en un ensayo de tracción, se muestran simplifícadamente en la fig. 16.

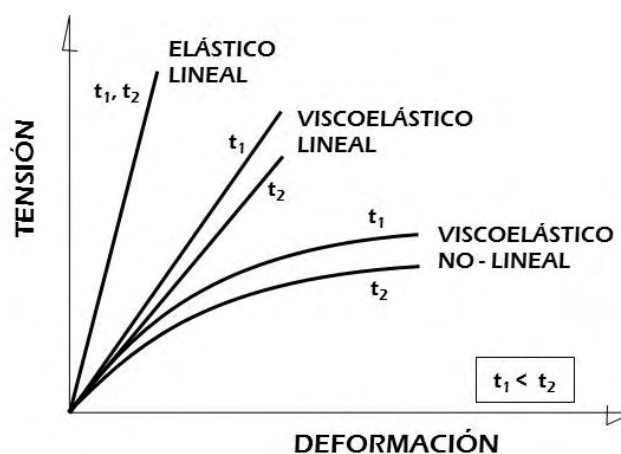
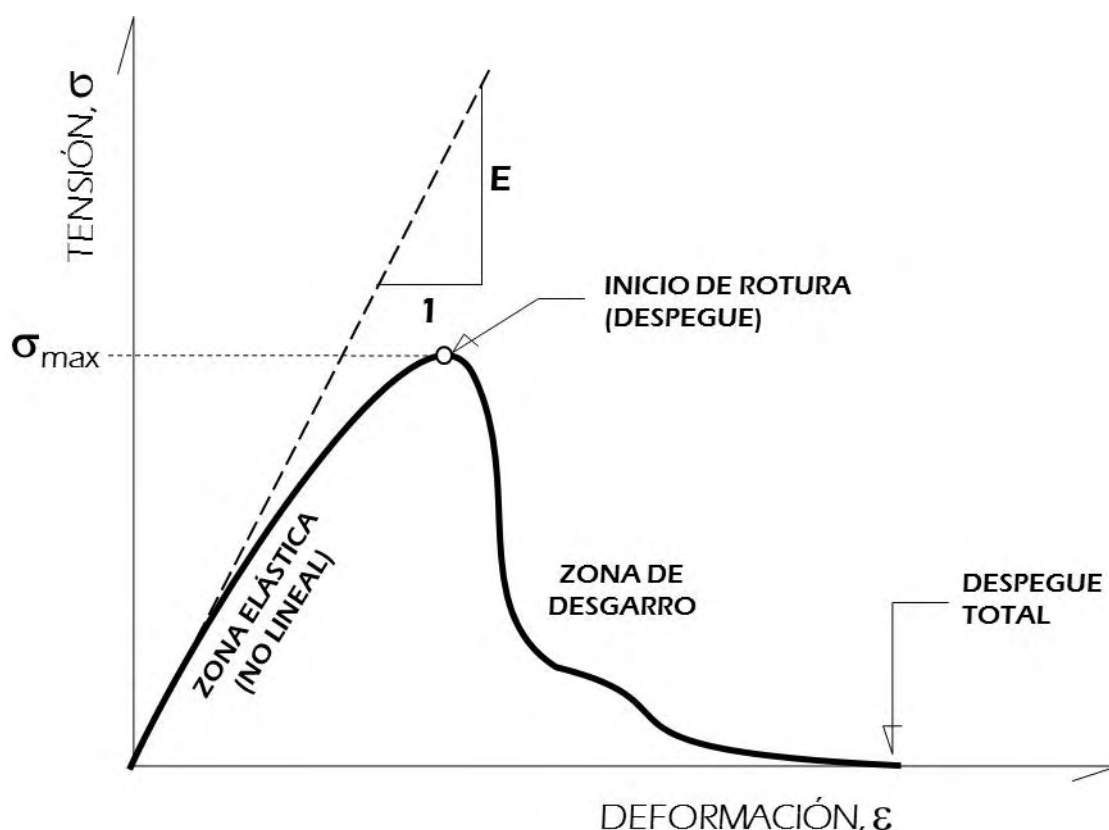


FIG. 16.- Diferentes comportamientos mecánicos en la zona elástica, donde  $t$ =tiempo.

El comportamiento elástico lineal implica una relación constante entre la tensión aplicada y la deformación del material, independiente de la velocidad a la que se aplique esa tensión. El viscoelástico lineal, supone igualmente una relación constante entre la tensión aplicada y la deformación, pero distinta según la velocidad a la que se solicite al material. El comportamiento viscoelástico no lineal implica una relación no constante entre la tensión aplicada y la deformación, así como una dependencia importante de ésta frente a la velocidad de aplicación de la fuerza. El comportamiento mecánico esperado en la zona elástica para los materiales céreos objeto de estudio, así como para las adhesiones entre ellos, es viscoelástico no lineal. En este caso, el módulo elástico del material se determinará como la pendiente de una recta tangente al inicio del proceso de carga.

En la fig. 17 se muestra, de forma cualitativa, un resultado típico de los obtenidos para un ensayo de tracción en probeta de material céreo unido con adhesivo y la forma de determinar los valores de la tensión máxima y el módulo elástico. Puede observarse que para este tipo de materiales el comportamiento es complejo, aunque en todos los casos presentó una zona elástica y lineal que permitió calcular el Modulo de Elasticidad del material o del adhesivo.



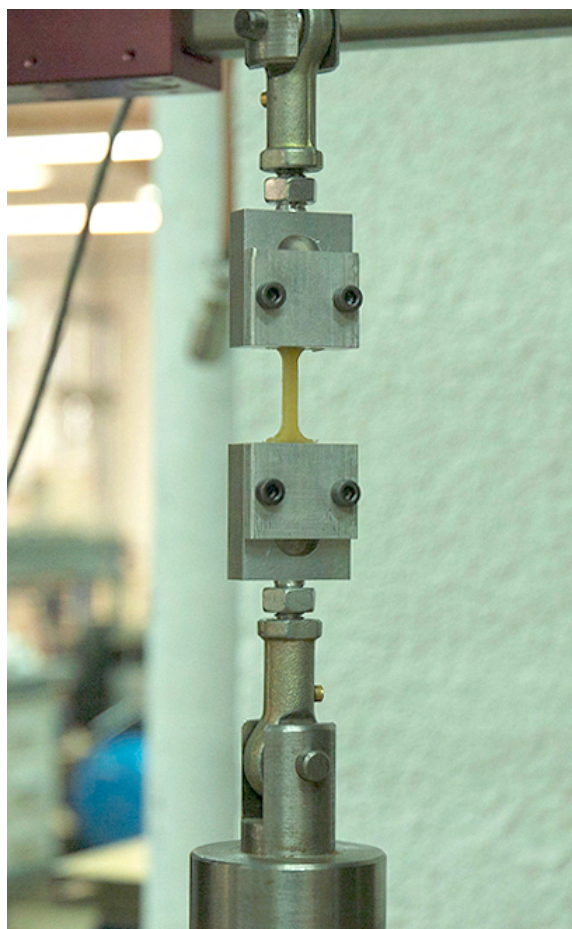
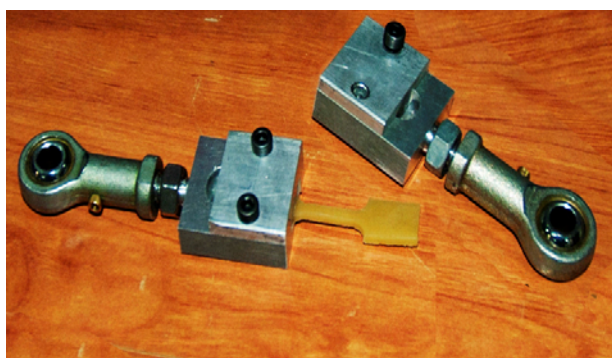


**FIG. 17.** – Esquema cualitativo del comportamiento a tracción en probetas de pasta cerosa con uniones de adhesivo.

### 6.3.-DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXPERIMENTAL DE TRACCIÓN

Las probetas se sustentaron con unas mordazas diseñadas y construidas al efecto por los técnicos del laboratorio del Departamento de Ciencia de Materiales de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Se mecanizaron dos mordazas de metal con un triple eje de rotación de forma que se podía fijar la probeta a la máquina universal de ensayos mecánicos, sin ejercer sobre ella ningún tipo de fuerza de torsión o flexión que hubiera desvirtuado los resultados. Las probetas quedan fijadas en las mordazas a través de unas placas metálicas que someten a compresión las cabezas más gruesas de las mismas. El conjunto se ajusta a través de dos tornillos, en cada extremo (figs. 18, 19).

**FIGS. 18, 19.-** Abrazaderas con probeta de P11 siendo colocada en las mismas y aspecto de la probeta ya colocada en la máquina de tracción.



La probeta sujeta a las mordazas se coloca en el bastidor de una máquina de ensayos mecánicos de tracción uniaxial INSTRON 5866 (fig. 20). Esta máquina está conectada a un ordenador que se encarga de controlar el ensayo y de recoger, mediante el programa Wave Runner de Instron, los datos de fuerza aplicada, alargamiento producido y tiempo transcurrido a lo largo de todo el experimento. En todos los casos se tomaron 10 datos por segundo de cada uno de estos parámetros, lo que garantiza que podemos recoger cualquier evento que se produzca durante el mismo.



**FIG. 20.-** Máquina de tracción INSTRON 5866 con las mordazas colocadas pero sin probeta entre ellas.

La velocidad de ensayo, esto es, la velocidad del movimiento del bastidor móvil de la máquina (alejamiento de uno de los extremos de la probeta respecto al otro) se fijó en 0.1 mm/s para todos los experimentos de este estudio.

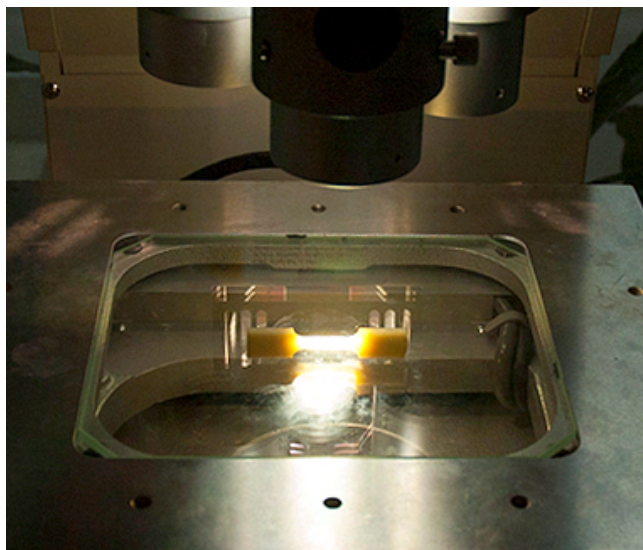
Antes de realizar la tracción, se midieron las dimensiones de cada una de las probetas en un Perfilómetro Nikon Profile Projector V-12 B (figs. 21, 22). Para cada una de ellas se obtienen los valores medios de los siguientes parámetros de cada dimensión:

D: ancho del fuste en mm en el punto exacto de adhesión

B: espesor del fuste en mm en el punto exacto de adhesión

W: grosor del adhesivo en mm en el punto de fractura que rellenaba

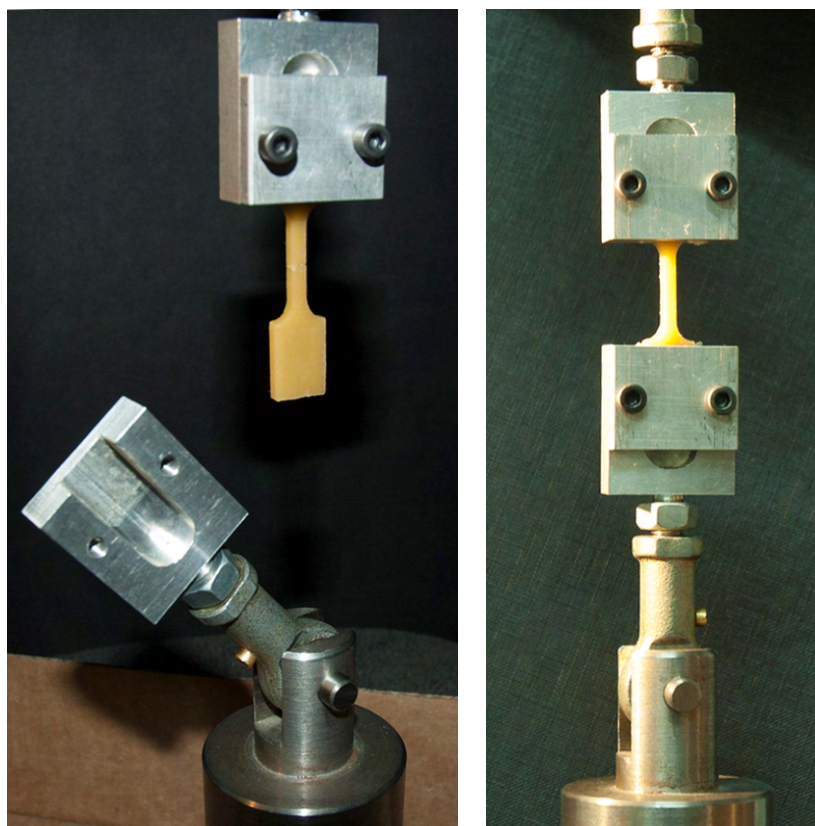




**FIGS. 21, 22.-** (Izda.) Colocación de la probeta para su medición. (Dcha) Perfilómetro completo con la pantalla circular de visualización.

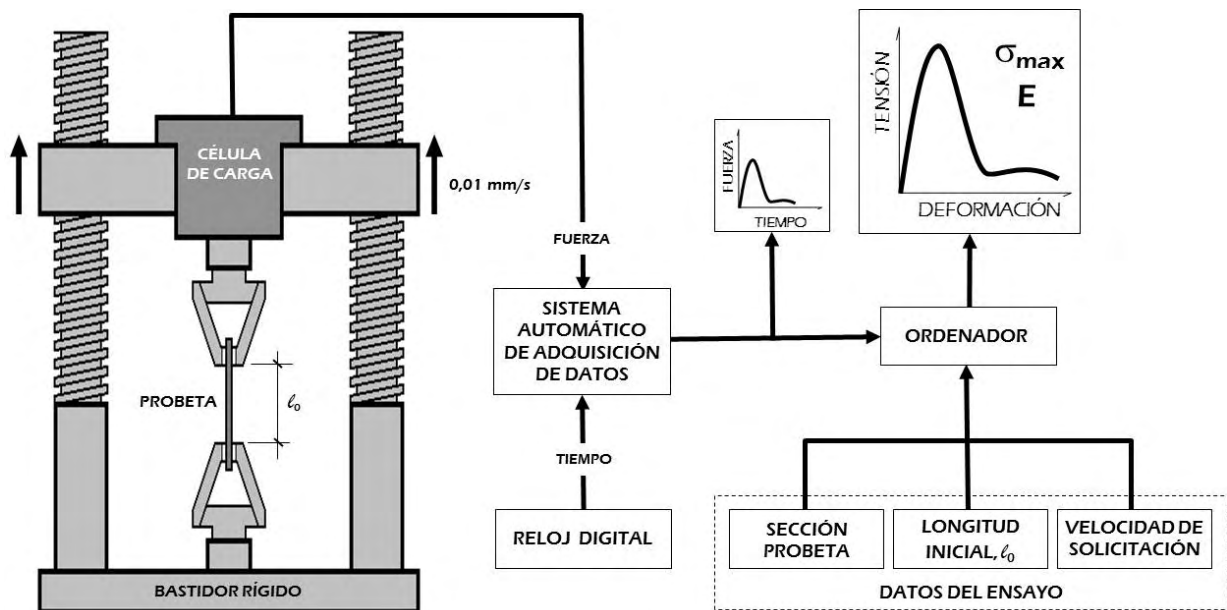
Hechas estas medidas previas –necesarias para el análisis posterior–, la probeta se coloca en la máquina de ensayos mecánicos, se aprieta la mordaza superior (fig. 23), se alinean ambas y, con sumo cuidado para que no rompa, se coloca en la mordaza inferior (fig. 24). Se deja sobresalir de 1 a 2 mm de la mordaza a la parte más gruesa del fuste de la probeta, y se cierran las abrazaderas metálicas con tornillos. La fuerza aplicada tiene que ser suficiente para evitar que la muestra se deslice durante el experimento dando un resultado erróneo, pero no tan grande como para producir deformaciones que den lugar a la rotura de la misma a lo largo de las mordazas.

Una vez instalada, se mide, para cada caso, la distancia entre las abrazaderas de metal ( $L_0$ ) con un calibre de resolución 0.01 mm.



**FIGS. 23, 24.-** Colocación de la probeta en la máquina de tracción

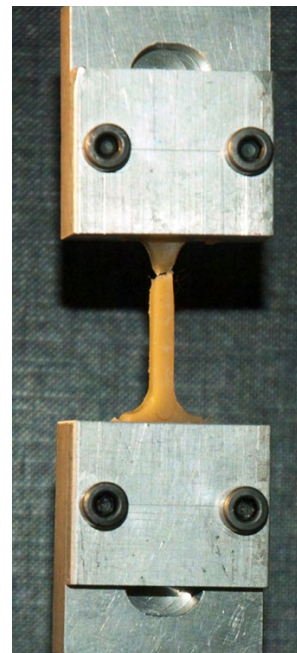
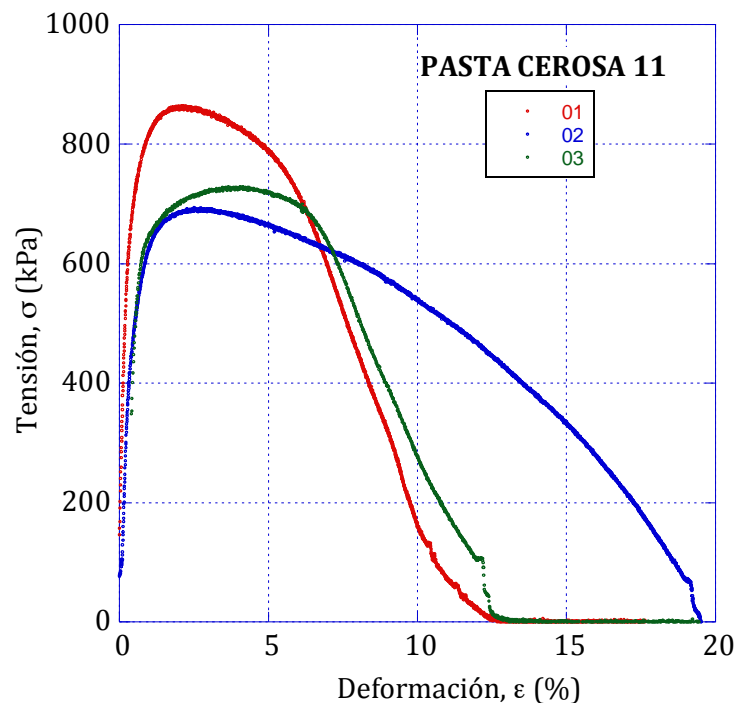
En estas condiciones, y con todas las medidas previas realizadas, se da comienzo al ensayo iniciando el movimiento de la máquina y la captura de datos. Cuando la lectura de fuerza en Newtons (N) deja de aumentar, significa que la probeta ha sobrepasado su carga máxima y se está rompiendo. En la fig. 25 se muestra un esquema del dispositivo completo.



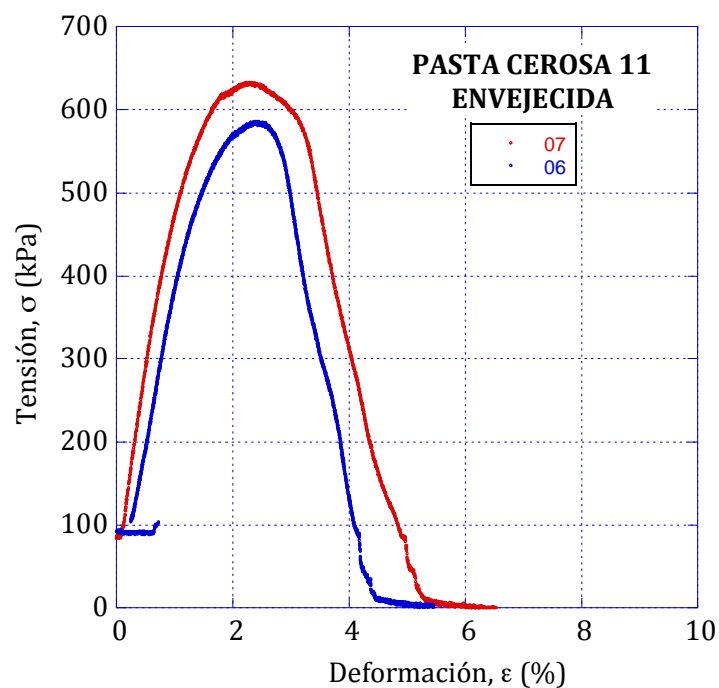
**FIG. 25.-** Esquema que representa el dispositivo completo de ensayo y obtención de datos.

## 6.4.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE TRACCIÓN

### 6.4.1.- PASTA CEROSA 11

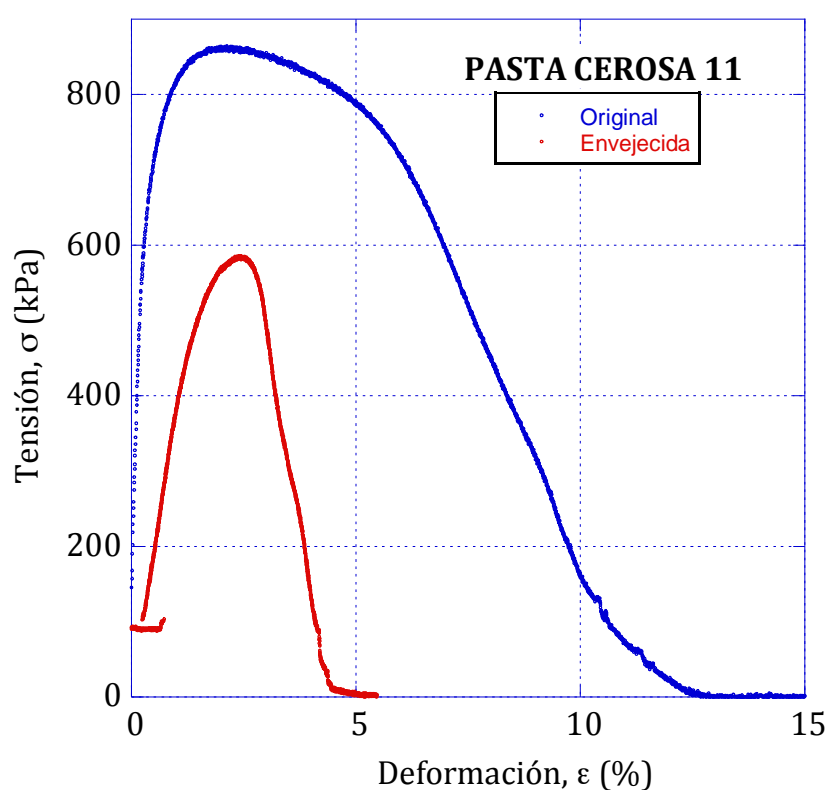


**FIG. 26.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para la pasta cerosa 11 sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 27.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para la pasta cerosa 11 envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

MATERIAL	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
Pasta cerosa 11	01	727	1730
Pasta cerosa 11	02	690	1357
Pasta cerosa 11	03	860	1614
Pasta cerosa 11 envejecida	06	583	579
Pasta cerosa 11 envejecida	07	632	540

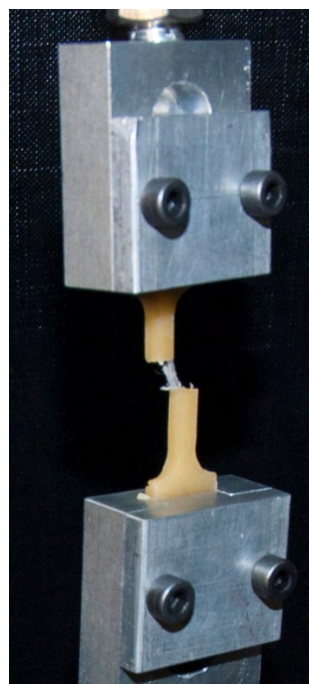
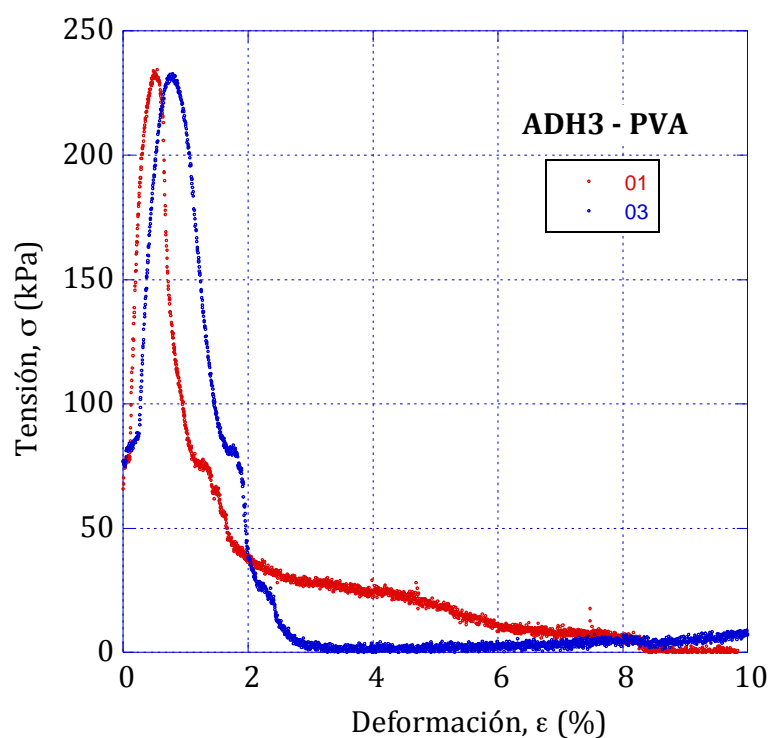


**FIG. 28.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para la pasta cerosa 11 sin envejecer y envejecida.

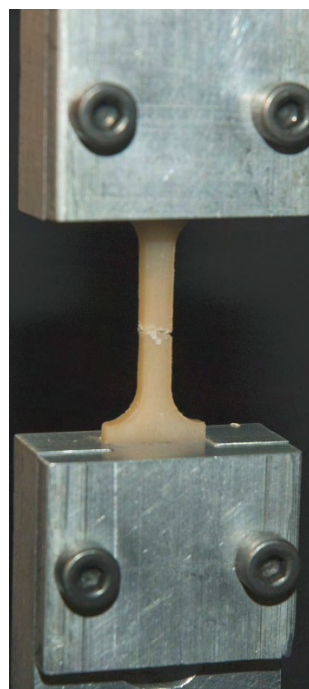
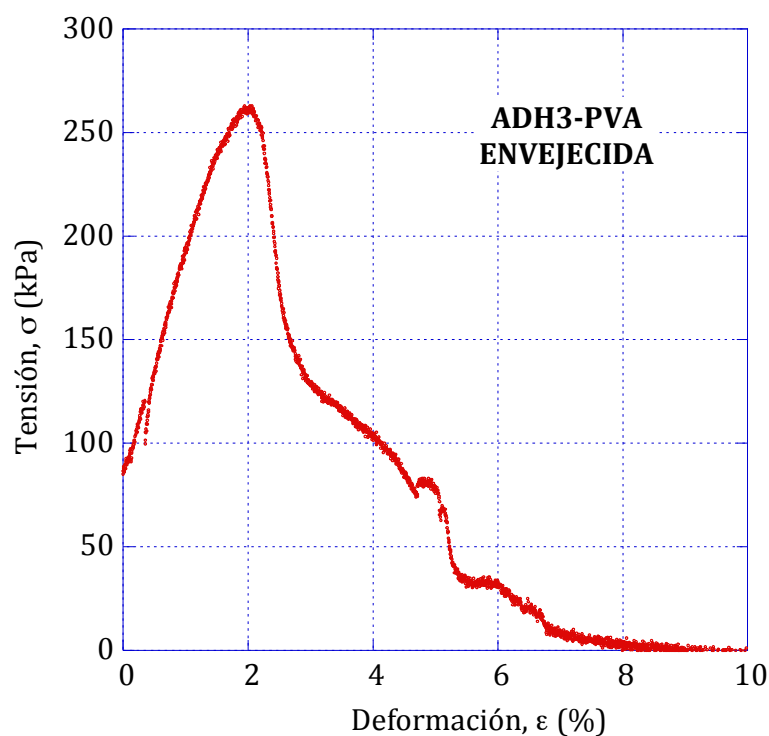
A partir de estos resultados, puede afirmarse con rotundidad que el proceso de envejecimiento da lugar a una drástica disminución de las propiedades mecánicas del material, tanto en la tensión máxima alcanzada (20%) como, sobre todo, en el valor del módulo elástico (47%). Por otro lado, la disminución de la deformación de la probeta tras alcanzar la carga máxima, indica una fragilización del material ceroso, lo que lo hace más susceptible a la rotura.



#### 6.4.2.- ADH3 - PVA

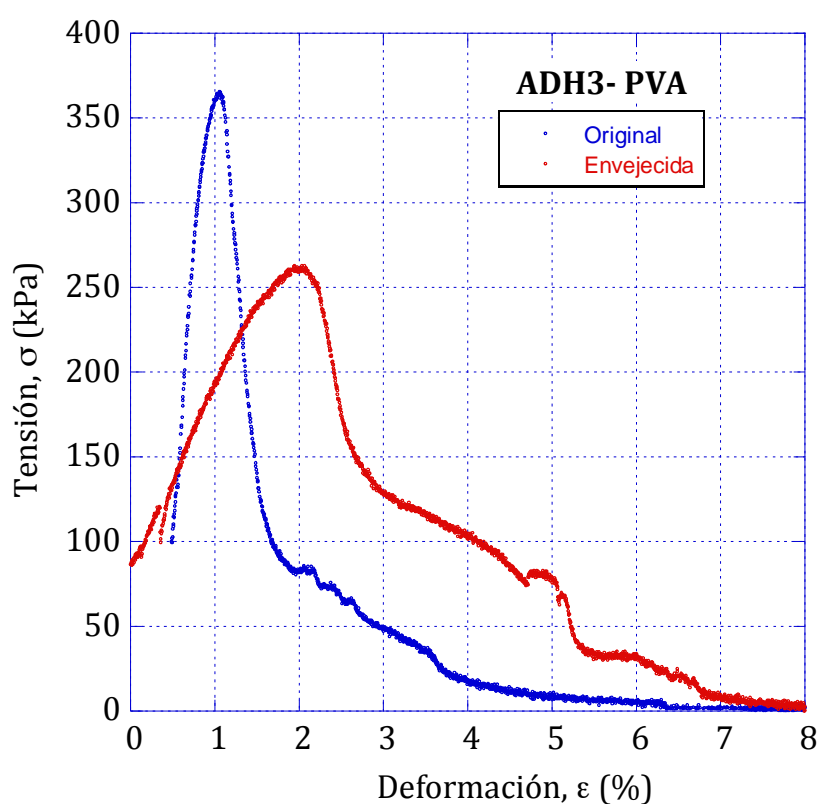


**FIG. 29.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo PVA con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 30.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo PVA con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

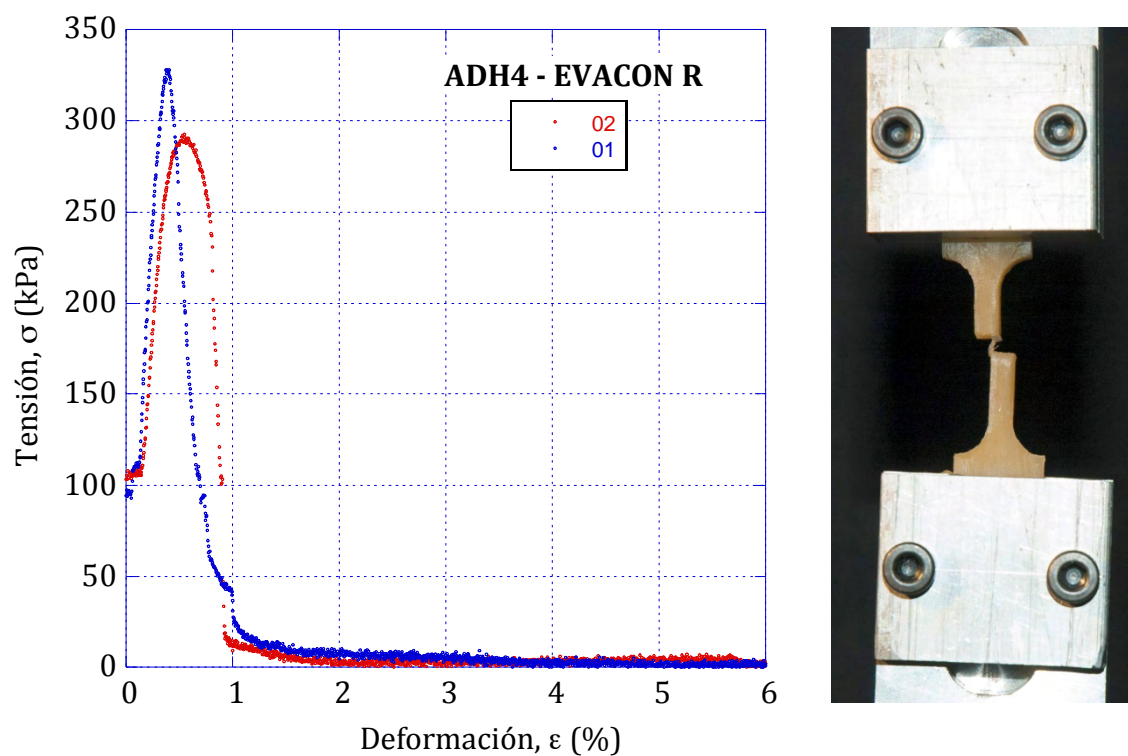
ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
PVA	01	235	766
PVA	02	364	644
PVA	03	232	508
PVA envejecida	05	263	120



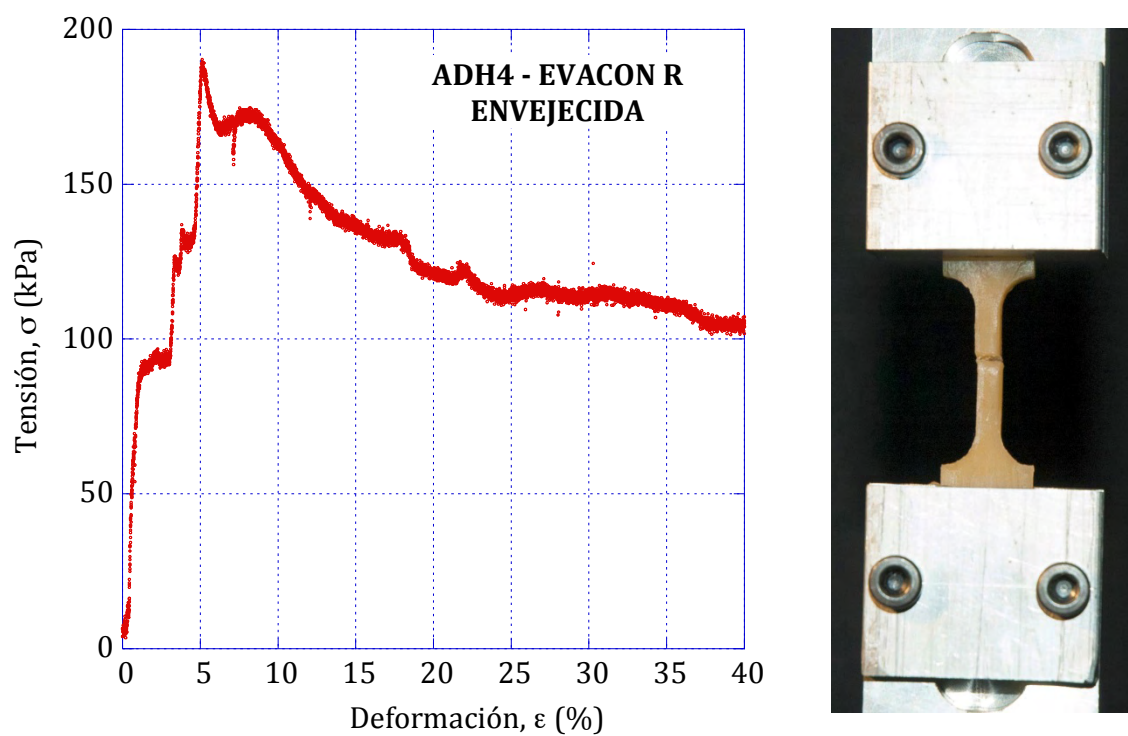
**FIG. 31.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo PVA con pasta cérea sin envejecer y envejecida.

En este caso es interesante ver que con la pasta cérea envejecida se observa una ligera disminución de la tensión máxima alcanzada (5%) y una drástica caída en el valor del módulo elástico (81%). Sin embargo, las deformaciones del adhesivo siguen siendo muy importantes en ambos casos, indicando que no hay una fragilización apreciable del mismo. En la fig. 29 se puede ver muy claramente el proceso de despegue del adhesivo de la probeta.

#### 6.4.3.- ADH4 - EVACON® R

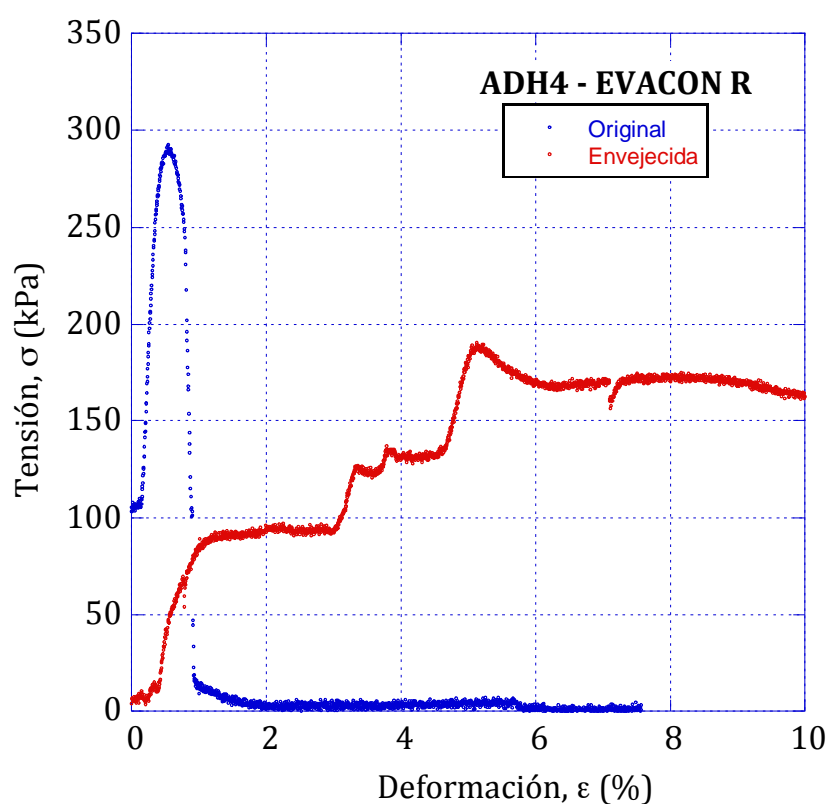


**FIG. 32.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo EVACON® R con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 33.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo EVACON® R con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

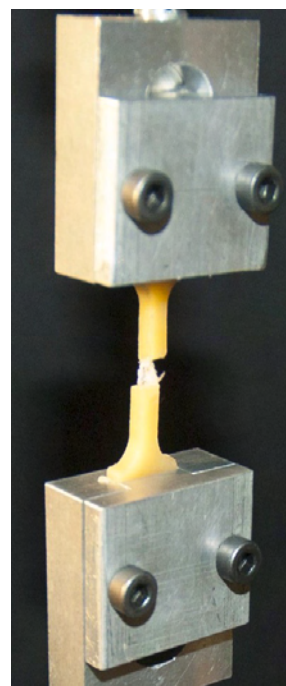
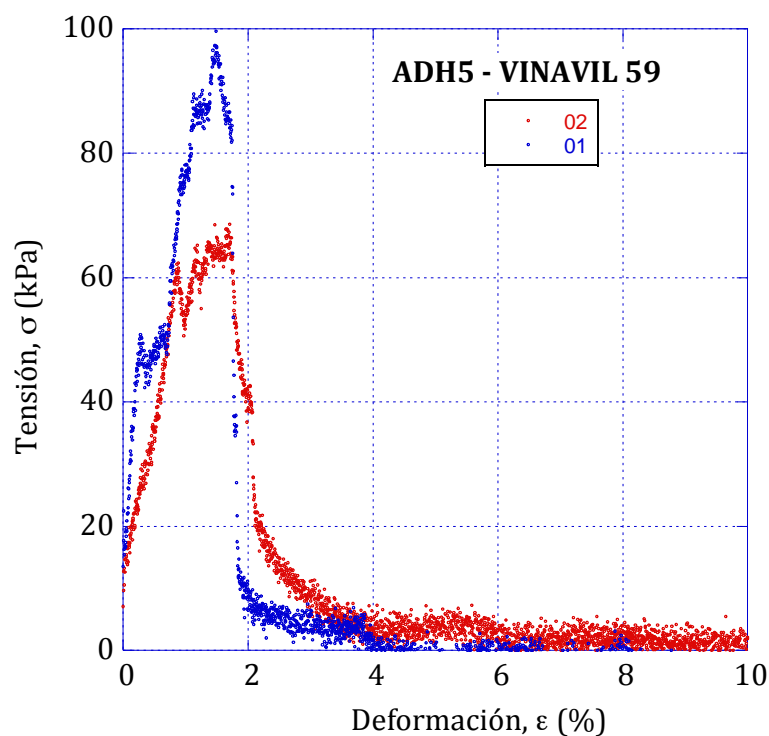
ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
EVACON® R	01	328	459
EVACON® R	02	292	545
EVACON® R	03	277	436
EVACON® R envejecida	06	191	147



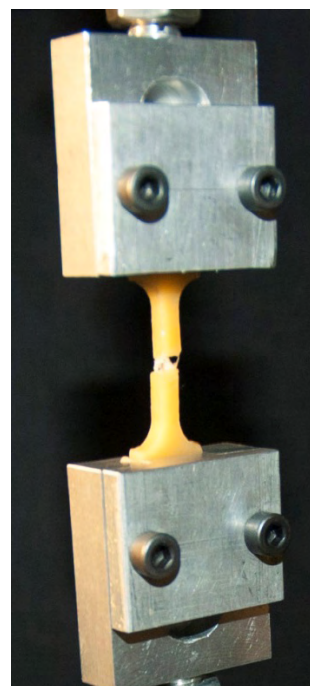
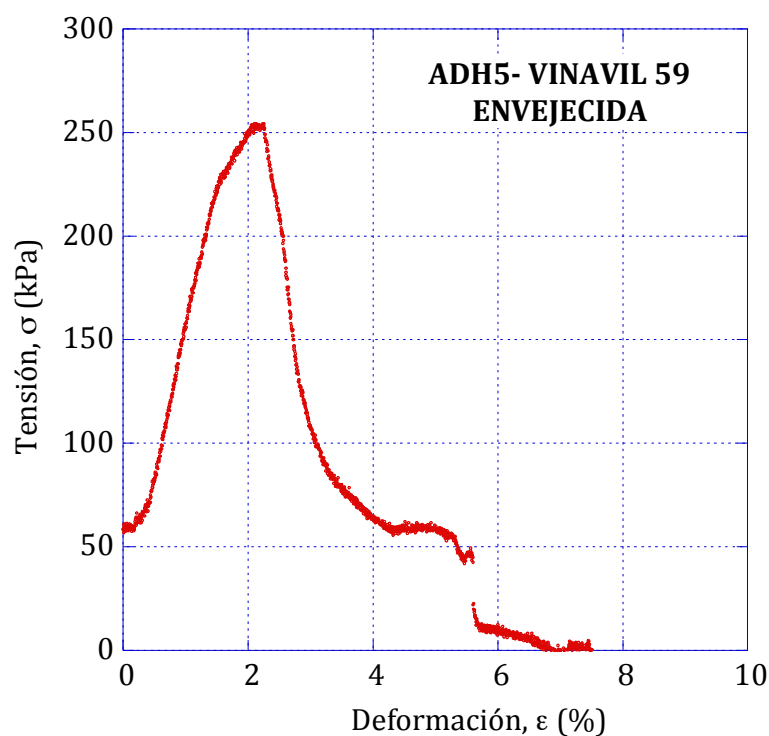
**FIG. 34.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo EVACON® R con pasta cérea sin envejecer y envejecida.

En este caso, con la pasta cérea envejecida, se observa una significativa disminución de la tensión máxima alcanzada (36%) y una notable caída en el valor del módulo elástico (69%). Esto implica una fuerte degradación del adhesivo con el paso del tiempo y anticipa que parece poco aconsejable para su uso en restauración de este tipo de materiales. La observación de las figs. 32 y 33 corrobora estas afirmaciones y se ve como en las probetas envejecidas el comportamiento del adhesivo es completamente distinto a las prístinas.

#### 6.4.4.- ADH5 - VINAVID® 59

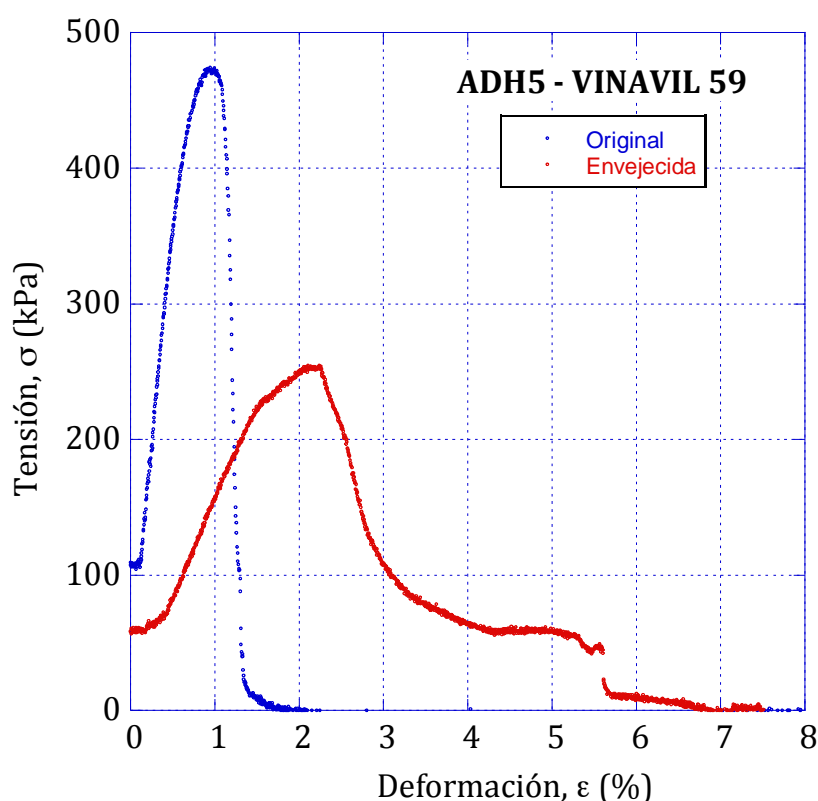


**FIG. 35.-**Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo VINAVID® 59 con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 36.-**Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo VINAVID® 59 con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
VINAVIL® 59	01	100	89
VINAVIL® 59	03	479	657
VINAVIL® 59 envejecida	05	253	148

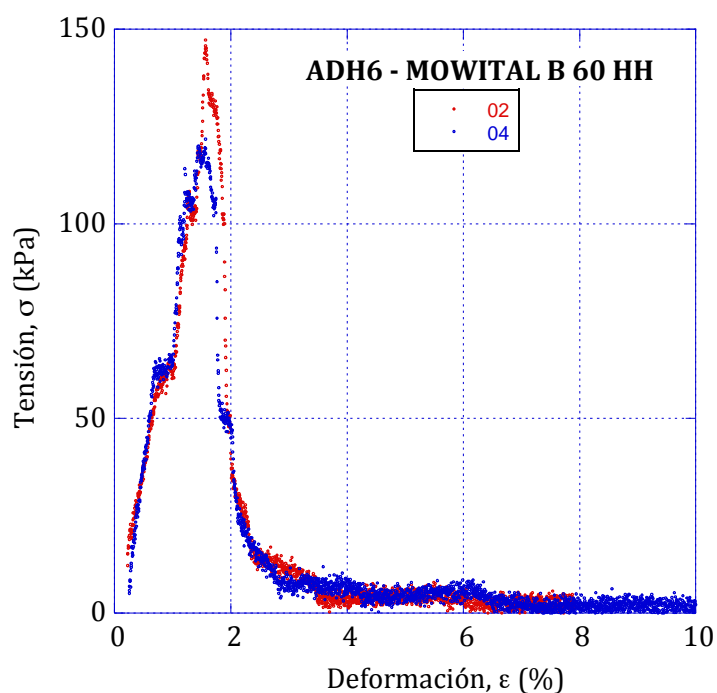


**FIG. 37.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo VINAVIL® 59 con pasta cerosa sin envejecer y envejecida.

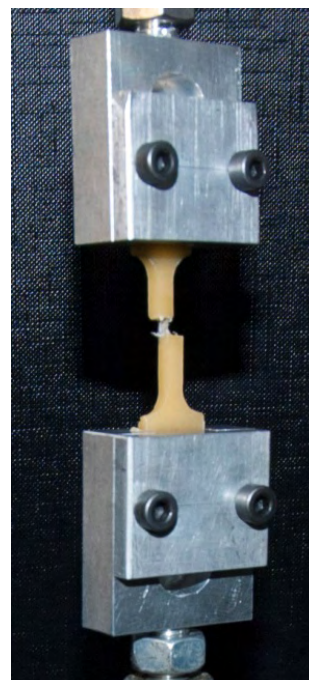
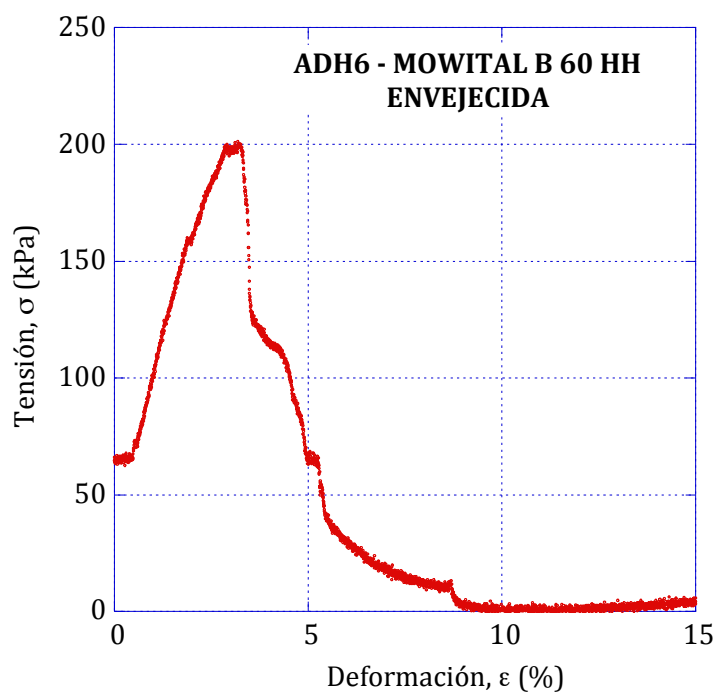
En este adhesivo se ha obtenido una dispersión muy grande en los resultados de los ensayos con la pasta cerosa sin envejecer, lo que pone límites a nuestras conclusiones. No obstante, con la pasta cerosa envejecida, se observa una ligera disminución de la tensión máxima alcanzada (12%) y una fuerte caída en el valor del módulo elástico (60%). Sin embargo, las deformaciones del adhesivo siguen siendo muy importantes en ambos casos, lo que indica que no hay una fragilización apreciable del mismo. Esta afirmación puede constatarse visualmente a través de las fotos de las figs. 35 y 36.



#### 6.4.5.- ADH6 - MOWITAL® B 60 HH

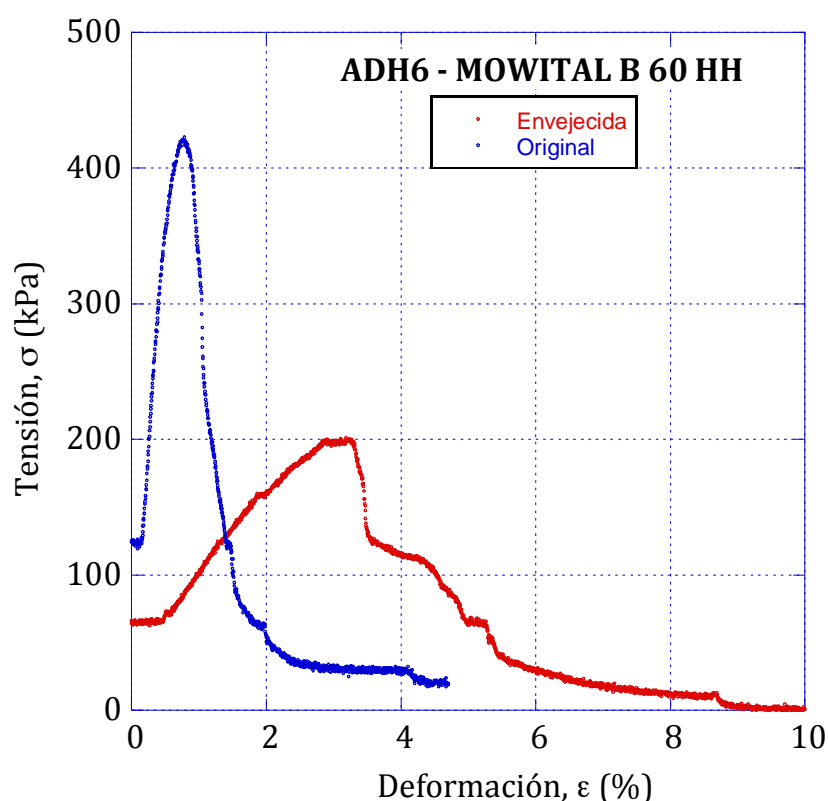


**FIG. 38.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo MOWITAL® B 60 HH con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 39.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo MOWITAL® B 60 HH con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
MOWITAL® B 60 HH	02	147	160
MOWITAL® B 60 HH	03	419	741
MOWITAL® B 60 HH	04	122	223
MOWITAL® B 60 HH envejecida	06	201	67

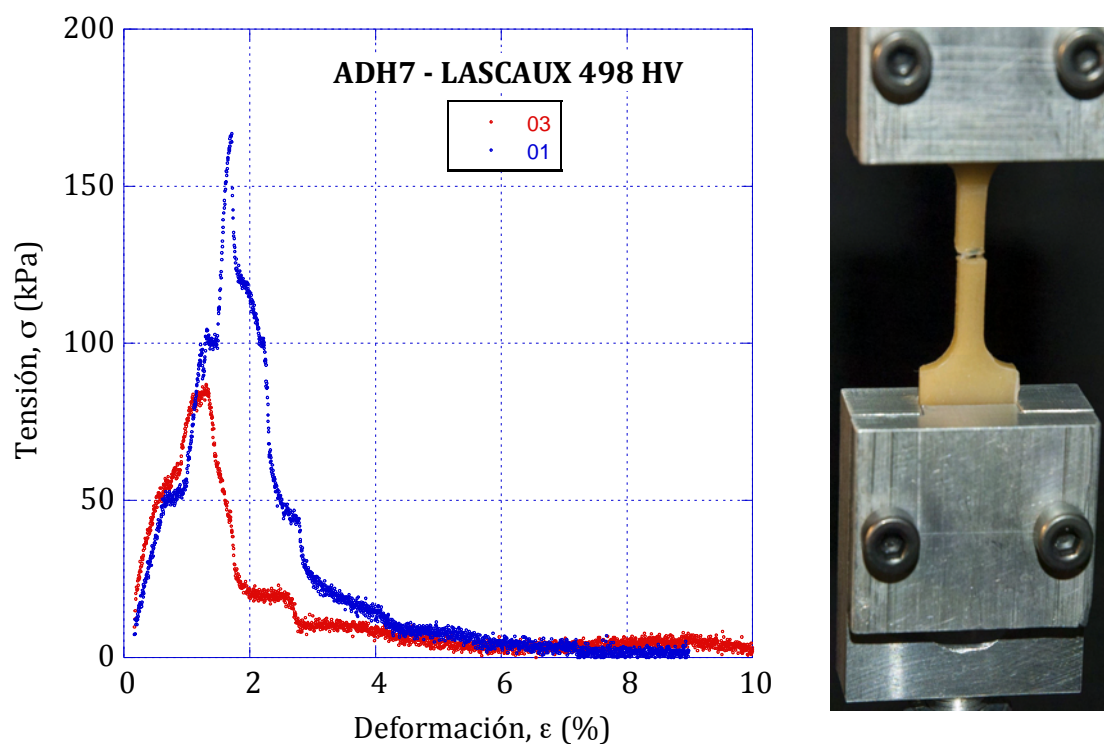


**FIG. 40.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo MOWITAL® B 60 HH con pasta cérica sin envejecer y envejecida.

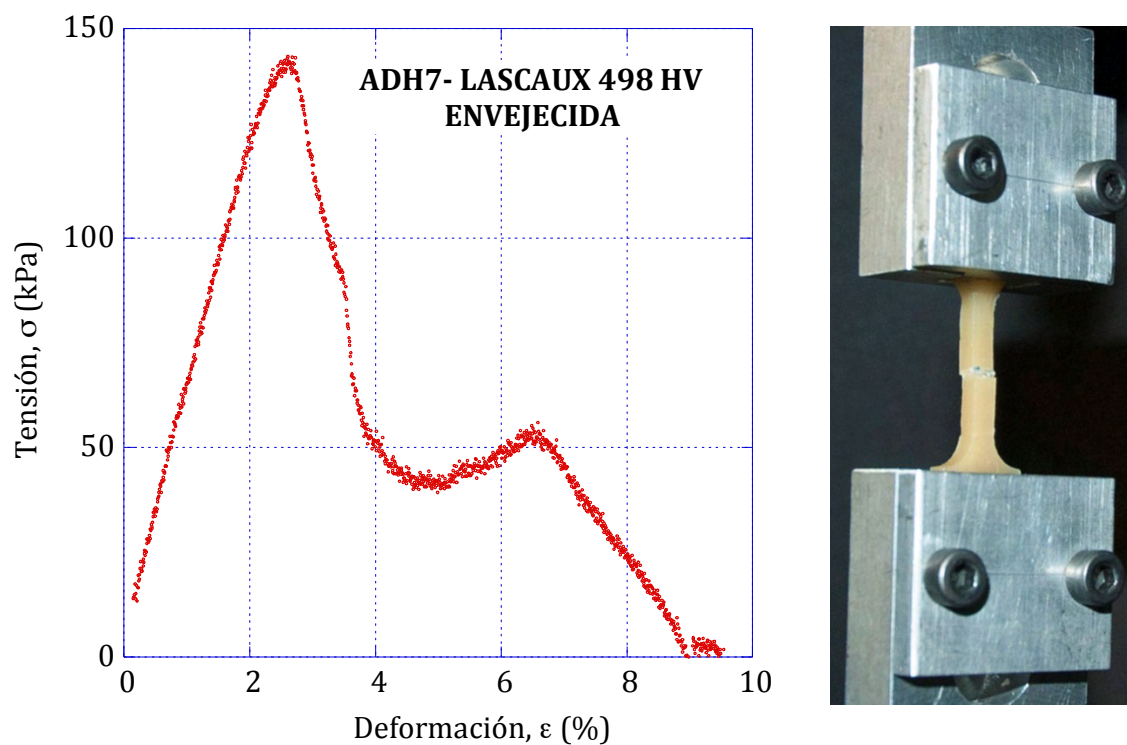
En este caso, de nuevo, se ha obtenido una dispersión muy grande en los resultados de los ensayos con la pasta cérica sin envejecer, mientras que con la pasta envejecida se observa una ligera disminución de la tensión máxima alcanzada (12%) y una drástica caída en el valor del módulo elástico (82%). Mientras, las deformaciones del adhesivo siguen siendo muy importantes en ambos casos, indicando que no hay una fragilización apreciable del mismo. Esta afirmación puede contrastarse de forma visual a través de las fotos de las figs. 38 y 39.



#### 6.4.6.- ADH7 - LASCAUX® 498 HV

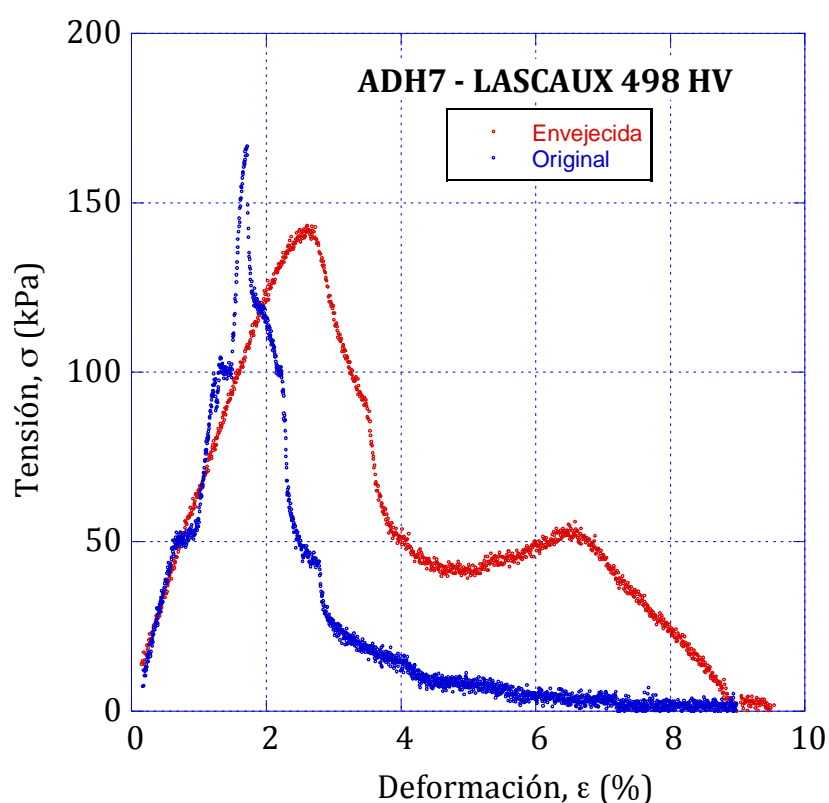


**FIG. 41.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo LASCAUX® 498 HV con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 42.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo LASCAUX® 498 HV con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

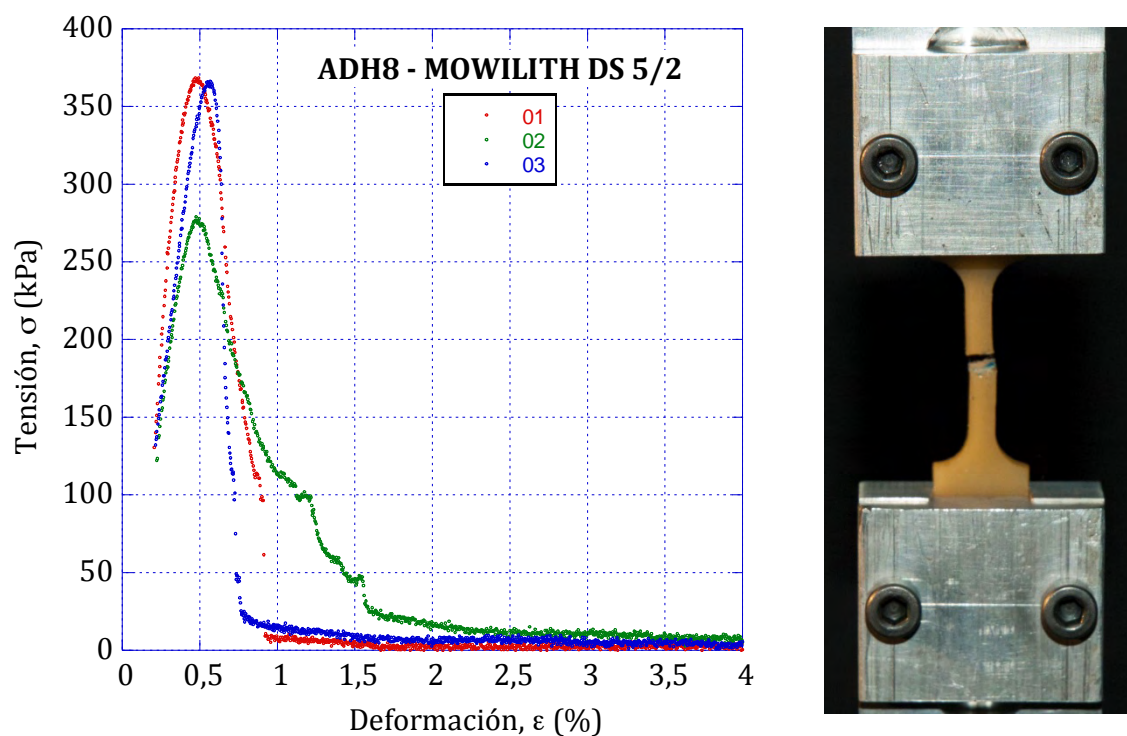
ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
LASCAUX® 498 HV	01	166	166
LASCAUX® 498 HV	03	87	120
LASCAUX® 498 HV envejecida	05	142	59



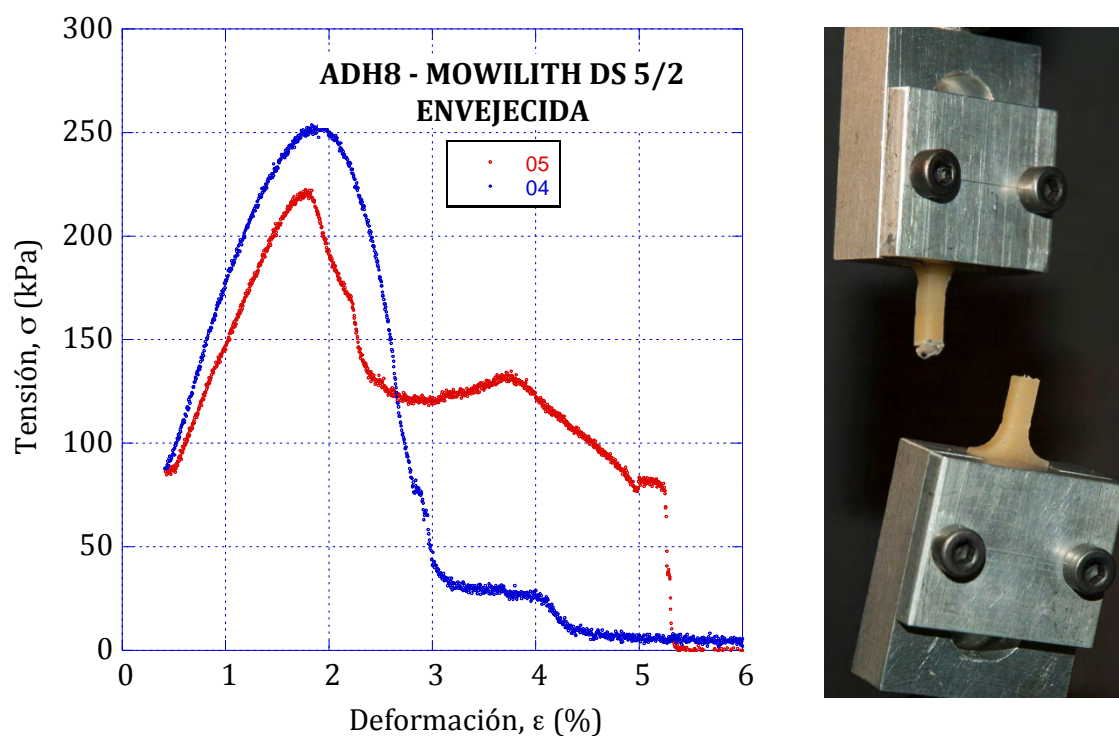
**FIG. 43.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo LASCAUX® 498 HV con pasta cética sin envejecer y envejecida.

De nuevo se ha obtenido una dispersión considerable en los resultados relativos a la tensión máxima de los ensayos con la pasta cética sin envejecer. Con la pasta envejecida, se observa un ligero aumento de la tensión máxima alcanzada (12%) y una fuerte caída en el valor del módulo elástico (59%). En ambos casos las deformaciones siguen siendo importantes tras alcanzar la carga máxima.

#### 6.4.8.- ADH8 - MOWILITH® DS 5/2

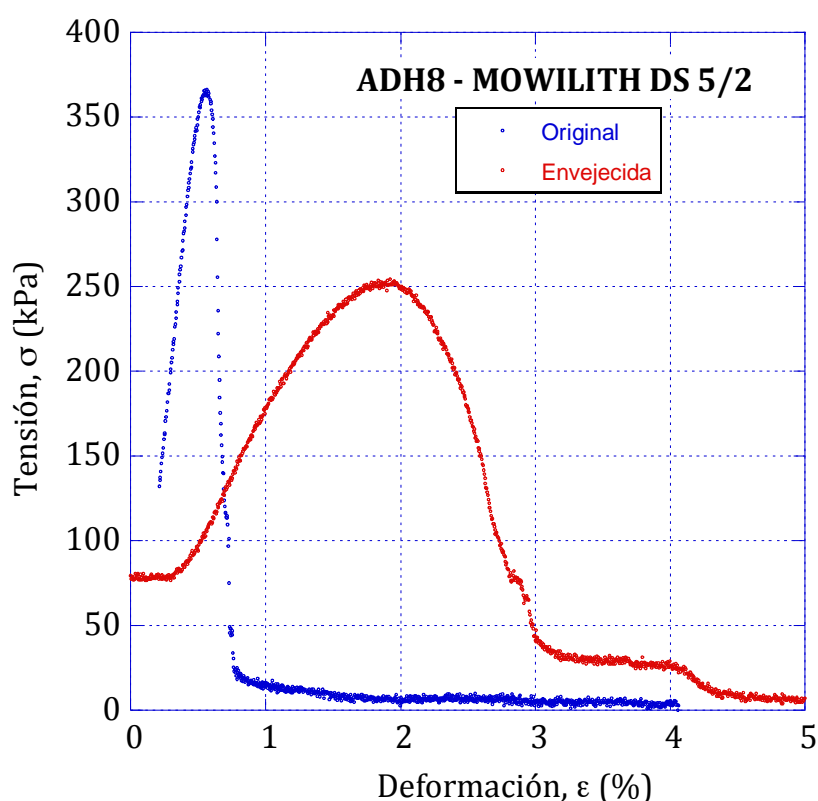


**FIG. 44.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo MOWILITH® DS 5/2 con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 45.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo MOWILITH® DS 5/2 con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

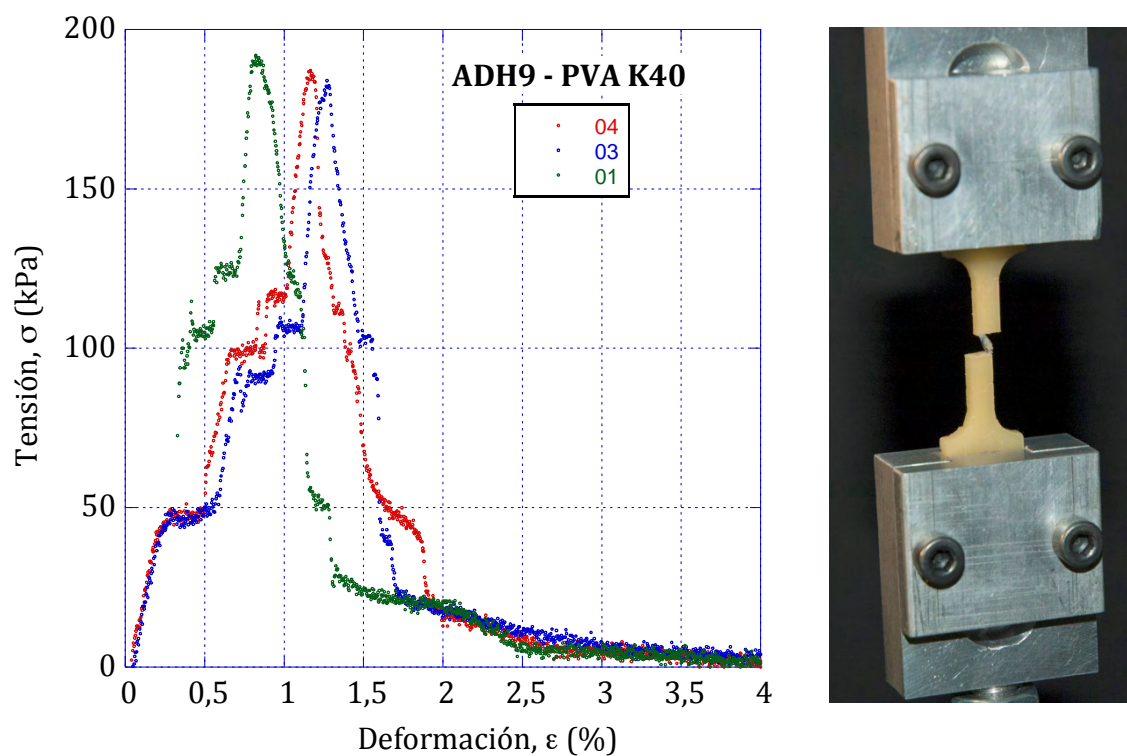
ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
MOWILITH® DS 5/2	01	368	750
MOWILITH® DS 5/2	02	280	545
MOWILITH® DS 5/2	03	367	512
MOWILITH® DS 5/2 envejecida	04	254	164



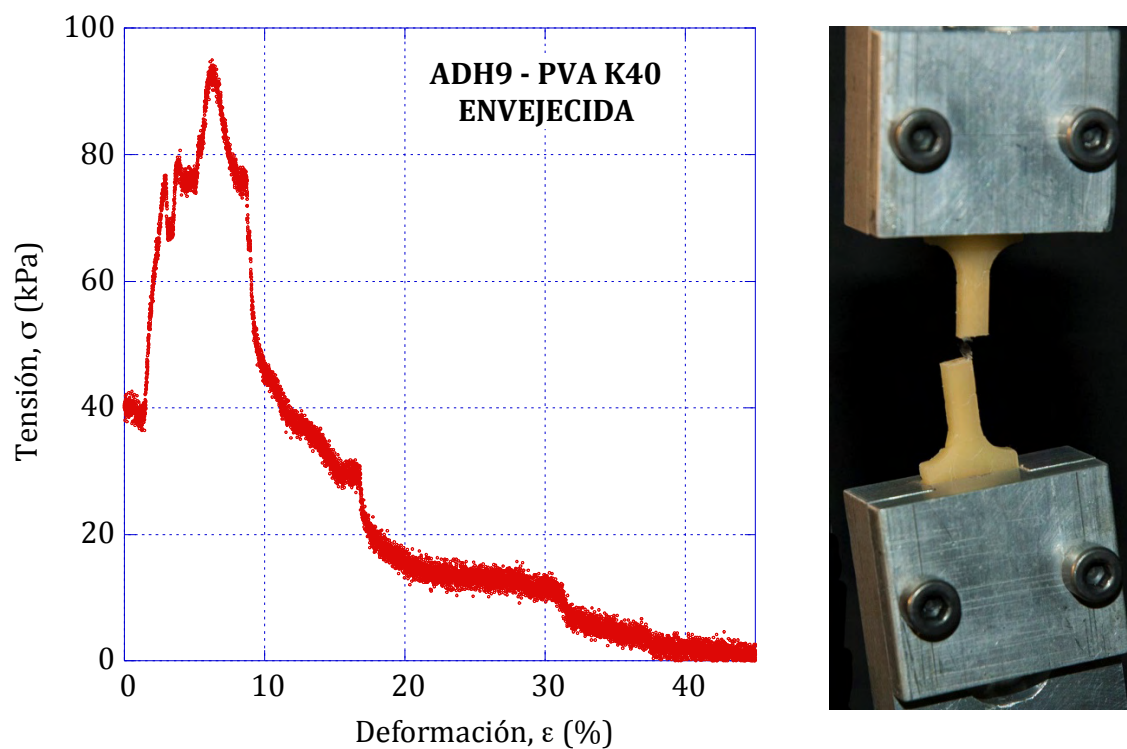
**FIG. 46.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo MOWILITH® DS 5/2 con pasta cérica sin envejecer y envejecida.

Para este adhesivo, con la pasta cérica envejecida, se observa una notable disminución de la tensión máxima alcanzada (25%) y una drástica caída en el valor del módulo elástico (73%), pero no así en la deformación tras la carga máxima, que sigue siendo muy importante en ambos casos. En las figs. 44 y 45 se puede apreciar cómo se despega el adhesivo del material en las dos situaciones.

#### 6.4.9.- ADH9 – PVA K40

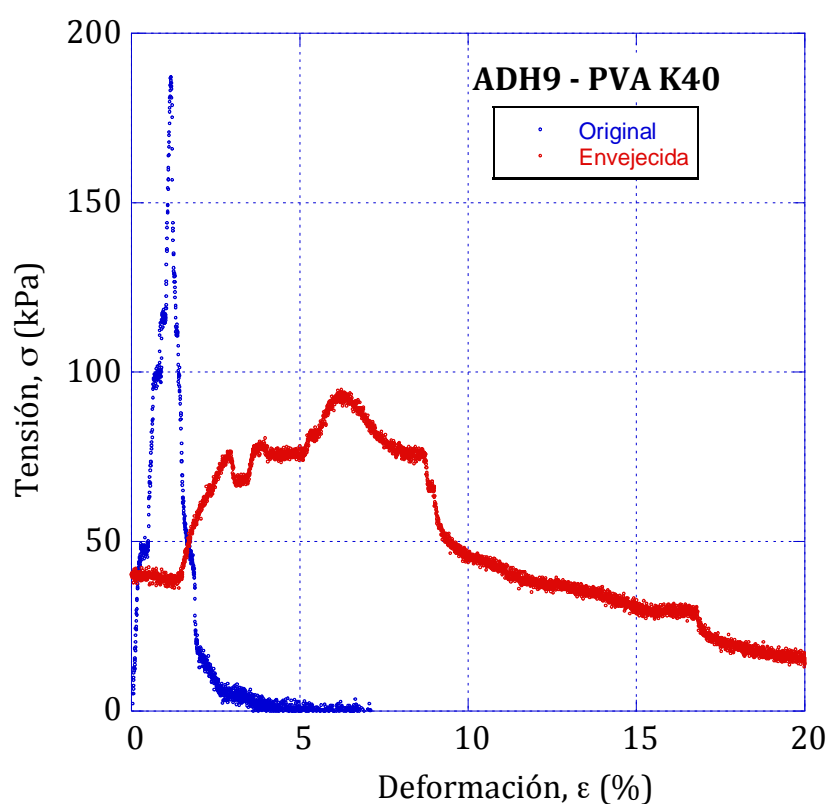


**FIG. 47.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo PVA K40 con pasta sin envejecer y fotografía de una de las muestras después del ensayo.



**FIG. 48.-** Curvas Tensión vs Deformación de los ensayos realizados para el adhesivo PVA K40 con pasta envejecida y fotografía de una de las muestras después del ensayo.

ADHESIVO	ENSAYO	TENSIÓN MÁXIMA (kPa)	MÓDULO ELÁSTICO (kPa)
PVA K40	01	191	560
PVA K40	03	184	476
PVA K40	04	187	557
PVA K40 envejecida	05	95	26



**FIG. 49.-** Comparación entre dos curvas Tensión vs Deformación representativas de los ensayos de tracción para el adhesivo PVA K40 con pasta cética sin envejecer y envejecida.

En este último caso, se observa que con la pasta cética envejecida aparece una fuerte disminución de la tensión máxima alcanzada (25%) y una enorme caída en el valor del módulo elástico (95%). Es interesante apreciar en las figs. 47 y 48 como en la primera – correspondiente al material prístino- el adhesivo se despega suavemente de toda la superficie y queda ligado a sendos lados de la probeta a pesar del enorme alargamiento, mientras que en la segunda la separación es más brusca.

#### 6.4.-ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestran, en forma de tabla, los resultados obtenidos en este estudio. Cuando se tienen varios datos válidos, se muestran los valores medios -los resultados individuales de cada ensayo se detallaron en el apartado anterior- para que sea más sencilla su comparativa y análisis.

	<b>TENSIÓN MÁX. (kPa)</b>	<b>MÓDULO ELÁSTICO (kPa)</b>
Pasta cerosa P11 Sin envejecer	759	1600
Pasta cerosa P11 envejecida	585	560

##### PASTA 11 SIN ENVEJECER

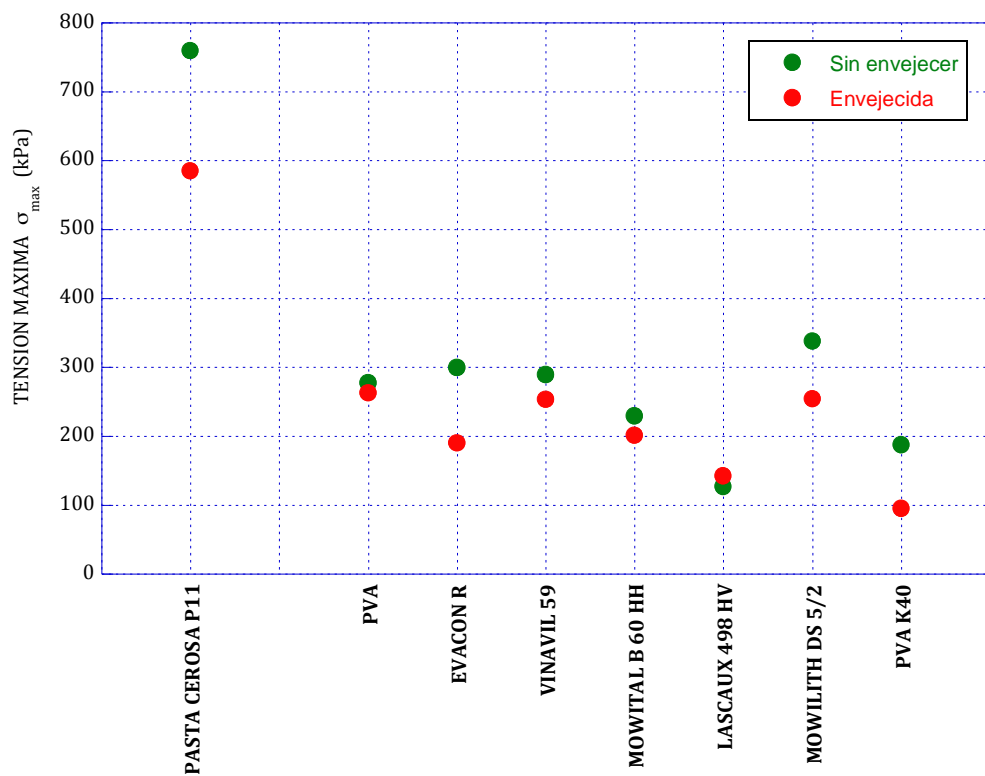
<b>ADHESIVO</b>	<b>TENSIÓN MÁX. (kPa)</b>	<b>MÓDULO ELÁSTICO (kPa)</b>
ADH3 - PVA	277	639
ADH4 - EVACON® R	299	480
ADH5 - VINAVIL® 59	289	373
ADH6 - MOWITAL® B 60 HH	229	375
ADH7 - LASCAUX® 498 HV	127	143
ADH8 - MOWILITH® DS 5/2	338	602
ADH9 - PVA K40	187	531

##### PASTA 11 ENVEJECIDA

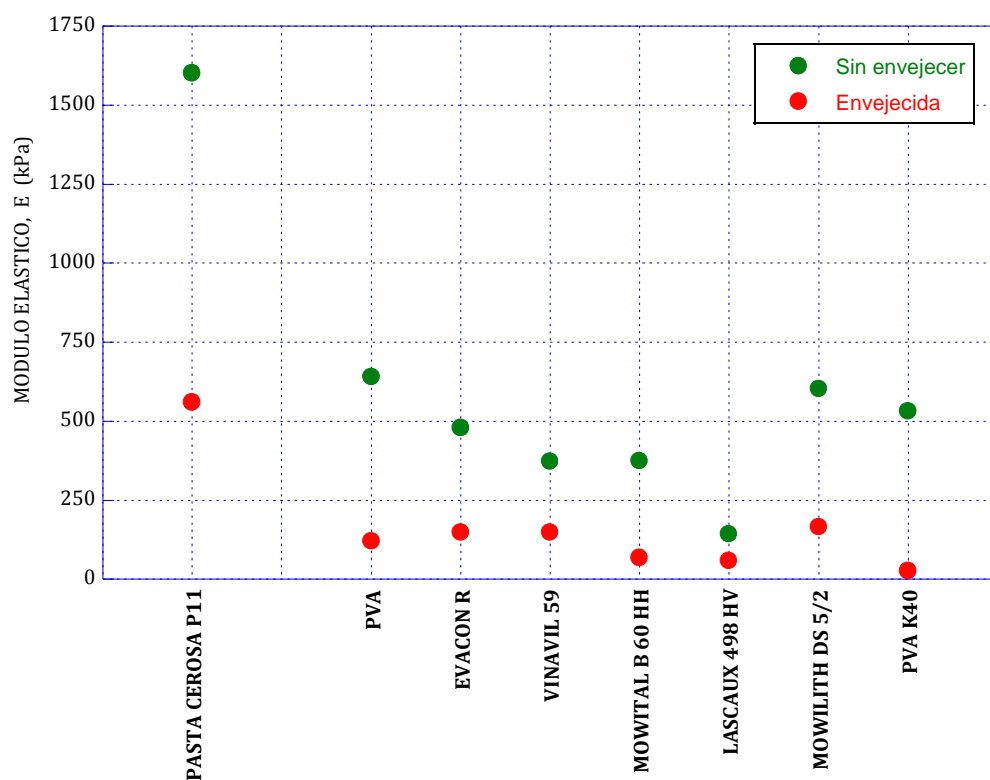
<b>ADHESIVO</b>	<b>TENSIÓN MÁX (kPa)</b>	<b>MÓDULO ELÁSTICO (kPa)</b>
ADH3 - PVA	263	120
ADH4 - EVACON® R	190	147
ADH5 - VINAVIL® 59	253	148
ADH6 - MOWITAL® B 60 HH	201	67
ADH7 - LASCAUX® 498	142	59
ADH8 - MOWILITH® DS 5/2	254	164
ADH9 - PVA K40	95	26



Se muestran, a continuación (figs. 50, 51) estos valores y su variación con el uso de P11 envejecida.



**FIG. 50.-** Valores medios de la Tensión máxima registrada en los ensayos de tracción.



**FIG. 51.-** Valores medios del Módulo Elástico registrado en los ensayos de tracción.



A la vista de los resultados obtenidos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Con el proceso de envejecimiento aplicado- que simula el que sucede en la realidad con el paso del tiempo-, la pasta cérea P11 pierde capacidad resistente (disminución del 33% en  $\sigma_{\max}$ ) y, asimismo, aumenta fuertemente su flexibilidad (disminución del 65% en E).
- Con la pasta cérea sin envejecer, todos los adhesivos considerados soportan una tensión máxima mucho menor que la P11, aproximadamente de un 30%.
- Con la pasta cérea P11 envejecida, no todos los adhesivos tienen el mismo comportamiento. Con el envejecimiento, algunos pierden gran parte de su poder adherente (Evacon® R, Mowilith® DS 5/2 y PVA K40) y los otros la conservan prácticamente intacta.
- Todos los adhesivos considerados son más deformables que la pasta cérea P11 sin envejecer, con módulos elásticos inferiores en un 35% aproximadamente. El Lascaux® 498 HV llega a ser sólo del 9% respecto del original.
- Tras el envejecimiento, todos los adhesivos presentan una mayor flexibilidad, debido a una muy significativa reducción del módulo elástico, salvo en el caso del Lascaux® 498 HV en el que permanece prácticamente inalterado.

## **7.-ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y FRACTOGRÁFICO MEDIANTE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (SEM)**

### **7.1.-OBJETIVOS**

Una vez realizados los ensayos de tracción, se procede a estudiar, para cada adhesivo analizado, las secciones de rotura de cada una de las probetas de cera a través de las imágenes de microscopía electrónica de barrido (SEM), con objeto de:

1. Observar si se ha producido deformación mecánica en la cera durante la rotura.
2. Definir los micromecanismos de deformación y rotura del material.
3. Estudiar por dónde y cómo rompe la probeta para cada adhesivo particular.

### **7.2.-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA SU ANÁLISIS**

Para poder observar todos estos factores con SEM, se cubrieron con oro, a partir de plasma, las superficies de fractura de las probetas, así como su sección perpendicular. Esto se realizó en un metalizador Ultra-Spec 90 (fig. 57). Dado que resulta imposible realizar esto para todas las probetas ensayadas, previamente se eligieron las dos secciones más significativas para cada adhesivo.

Se separó el fuste del resto de la probeta de cera con una cuchilla de 0,15 mm de grosor (figs. 52, 53) y se montaron, en dirección perpendicular al plano, entre dos portas de latón recubiertos de película de hilo de cobre adhesiva (figs. 54, 55, 56). De esta manera, metalizaríamos la vista longitudinal.

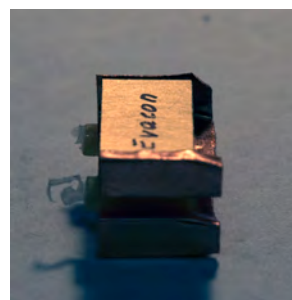
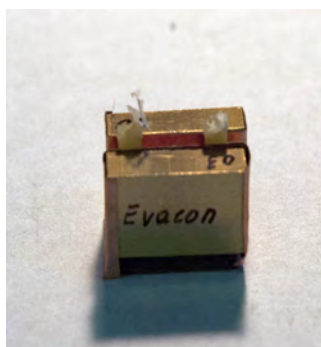
Análogamente, montándolas en dirección paralela al plano metalizaremos la vista transversal.



**FIG. 52.-** Materiales necesarios para la preparación de las probetas de cera a metalizar. Bolsita con la probeta ya rota y los datos del ensayo de tracción. Cuchilla para separar el fuste del resto de la probeta. Pinzas. Dos portas de latón y las bandas de hilo de cobre adhesivas, ya cortadas, para recubrir los portas.



**FIG. 53.-** Media probeta de cera con su fuste seccionado separado de la abrazadera. Portas recubiertos de las bandas de hilo de cobre y uno de los fustes (abajo izda.) ya colocado en los mismos en dirección perpendicular al plano.



**FIGS. 54, 55, 56 .-** Distintas vistas del conjunto de la sección longitudinal montada para cada adhesivo (en este caso para el Evacon® R). Obsérvese en los fustes la lámina adhesiva parcialmente despegada de la cera.

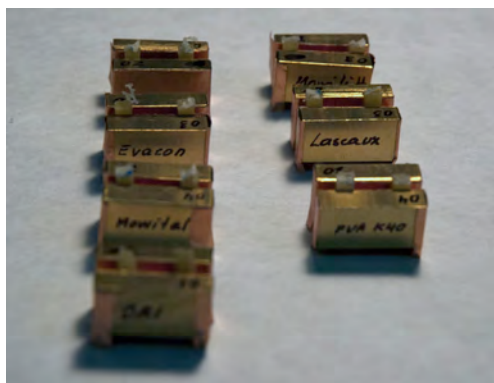
Dispuestos así los fustes (fig. 58), los introducimos por parejas en el metalizador. Ya en su interior, se hace vacío en la campana (fig. 59) y, una vez éste llega a un valor de 40 militorres<sup>31</sup> (fig. 60), se abren las llaves de los contenedores del oro en polvo, se controla que la presión en su interior esté entre los 125 y los 75 militors, y, si es así, se procede a la metalización durante un tiempo de 12 minutos (fig. 61), que controla el temporizador de la máquina. Pasado este tiempo, se despresuriza por completo la campana para abrirla, se cierran las llaves de los contenedores de oro en polvo y se apaga todo. Con sumo cuidado y unas pinzas, sin tocar con las mismas la parte de los fustes recubiertos de metal, se retiran las muestras y se introducen en una caja con tapa para que no se vea alterada la lámina de oro fino depositada. Conviene que no pase mucho tiempo entre este proceso y su visualización en el microscopio electrónico de barrido, para que la fina capa de metal no se pierda o altere.



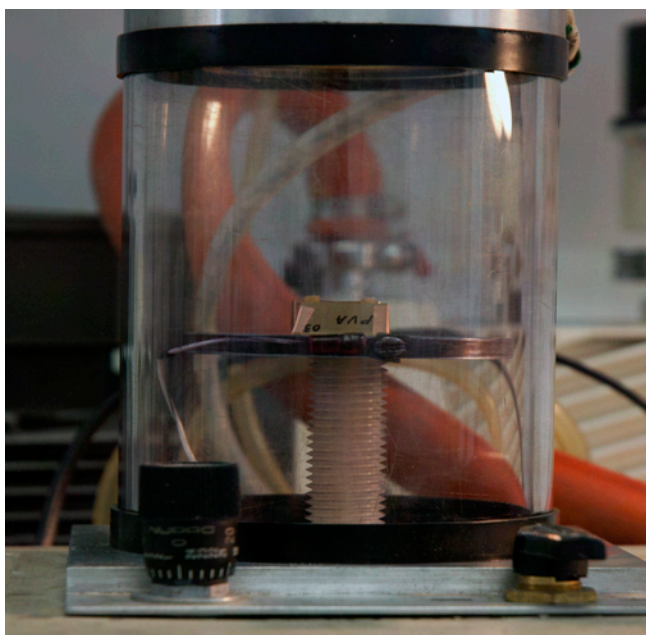
**FIG. 57.-** Metalizador Ultra-Spec 90. Básicamente consta de una campana con un soporte horizontal y metálico a media altura, dentro de la que se deposita la pieza a metalizar. Un controlador de la presión de vacío con un regulador, y un temporizador para especificar el tiempo de metalizado.

---

<sup>31</sup> El Torr (Tor) o mm de mercurio, es una unidad de medida de la presión atmosférica, concretamente es la presión ejercida por una columna de un mm de mercurio (Hg). Acceso el 8 de marzo de 2015. <http://www.masmar.com/articulos/art/114,1630,2.html>



**FIGS. 58, 59.-** (Izda.) Todas las piezas en cera montadas en los portas, diferenciadas por el adhesivo utilizado, en vista longitudinal, previo a su metalización. (Dcha.) Ejemplo de pieza introducida (en este caso se corresponde a la probeta en que se utilizó PVA) en la campana para su metalización. Frente a la campana de cristal puede verse a la izda. el regulador de la presión y a la dcha. la palanquita que hace vacío o despresuriza, según se desee.



**FIGS. 60, 61.-**(Izda.) Abajo indicador de la presión dentro de la campana, cuando llega a un valor de 30-40 militors podemos proceder a la metalización con oro en polvo fino (abajo) que se observa en una tonalidad magenta cuando cae.



Una vez metalizadas las muestras, se estudiaron en un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo ZEISSAURIGA que captura imágenes mediante una columna SEMGEMINI (fig. 62). Con este dispositivo se obtiene información de la superficie de la muestra a muy alta resolución. La columna SEM de que consta tiene un cañón de emisión de electrones Schottky, una resolución de 1,0 nm a 15 kV, y unos aumentos de 12 a un millón, el voltaje de aceleración puede variar de 0,1 a 30 kV<sup>32</sup>.



**FIG. 62.-** Microscopio electrónico ZEISSAURIGA con columna SEM GEMINI.

### **7.3.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DE LA PASTA DE CERA ORIGINAL**

#### **ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE DE PASTA ENVEJECIDA Y NO ENVEJECIDA CORTADA A CUCHILLA**

Como ya se ha explicado, el corte del fuste de las probetas de tracción se hacía con una cuchilla de 0,15 mm de grosor, a mano. Se estudió su efecto, en la superficies de cera, por SEM, obteniendo los siguientes resultados: se generan líneas paralelas a la dirección de corte en la probeta de pasta sin envejecer (fig. 63) y paralelas y también perpendiculares a la dirección de corte en la probeta envejecida (fig. 65). Esto es debido a que al realizar

---

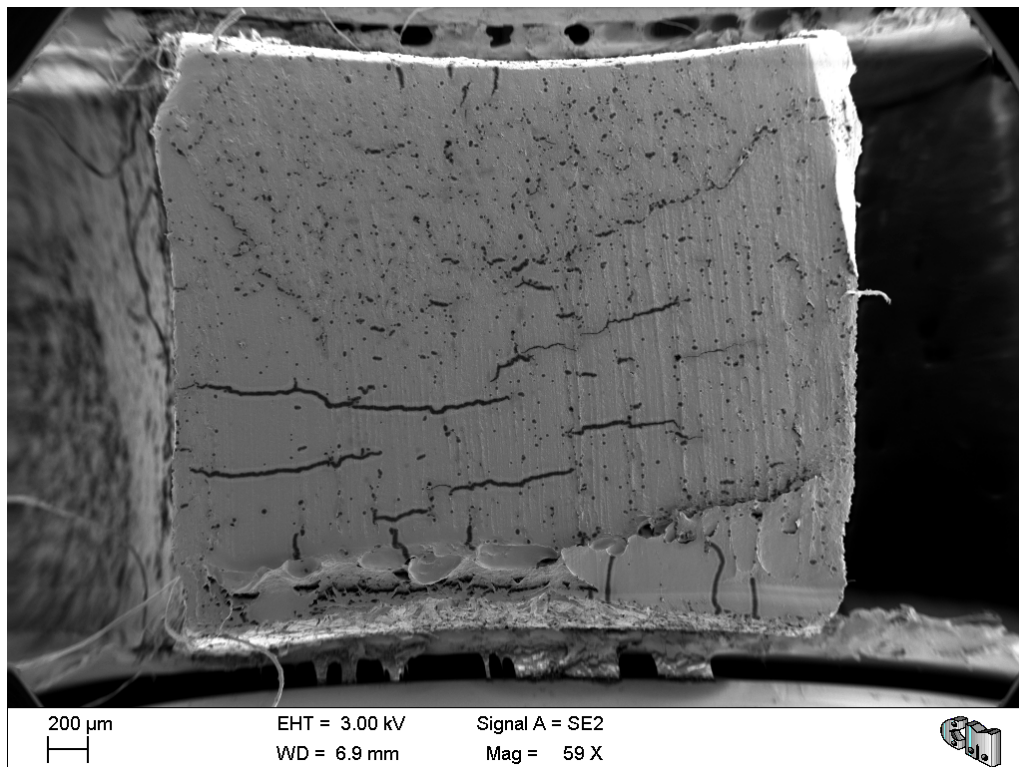
<sup>32</sup> Ficha técnica. Acceso el 4 de abril de 2015, <http://www.investigacion.us.es>

el corte de forma manual, la superficie no queda en un único plano y aparecen pequeñas rugosidades debidas a los pequeños cambios en el eje de corte.

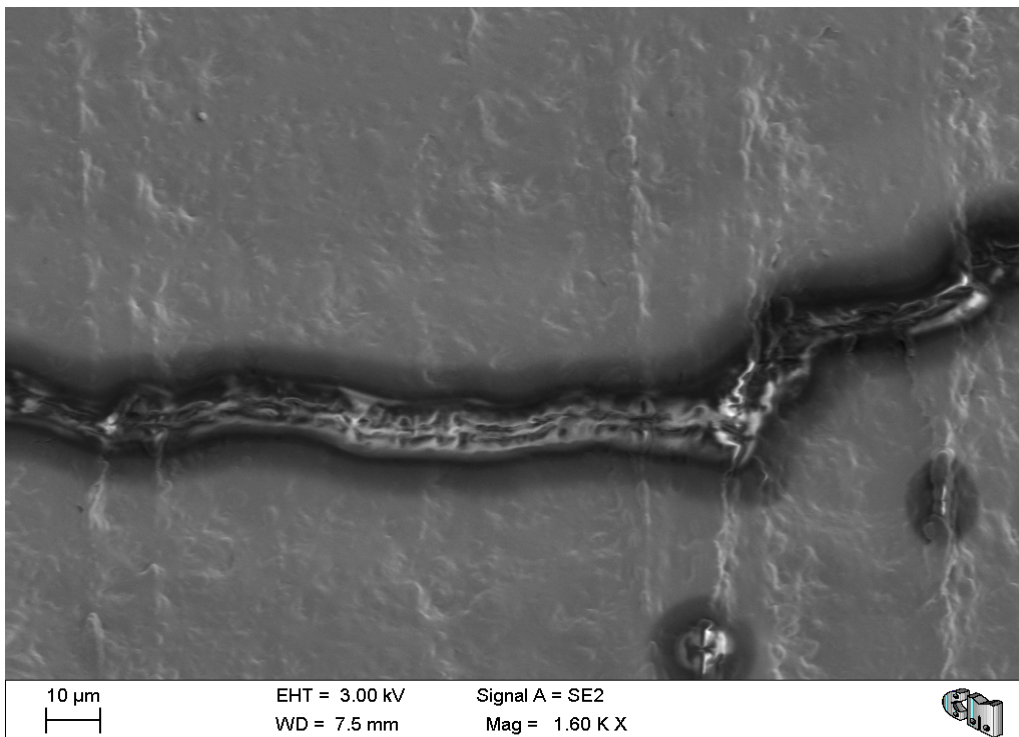
A más aumentos se observa que en la pasta prístina las líneas no dan paso a la formación de grietas, tan sólo se trata de líneas que probablemente aparezcan con motivo de la compresión ejercida al realizar el corte (fig. 64). Sin embargo esas líneas sí dan paso a la formación de fisuras en la pasta envejecida (fig. 66). Puede deberse a que macroscópicamente, tanto de forma visual como táctil, la cera original envejecida se muestra más compacta y dura.

Esto demuestra, a nivel microscópico, que la cera, con el paso del tiempo, evoluciona y se degrada fragilizándose. Este proceso justifica que, con las vibraciones, el transporte de los objetos en cera y las fluctuaciones bruscas de temperatura ambiental, además de la incidencia de radiaciones UV e IR que acusan, aparezcan pequeños daños que pueden crecer derivando en los daños estructurales que se estudiarán de forma detenida en el capítulo X del presente estudio: fisuras, laminaciones, grietas estructurales, desuniones, fragmentaciones, lagunas volumétricas de mayor o menor entidad hasta, en caso extremo, llegar a la pérdida de fragmentos.



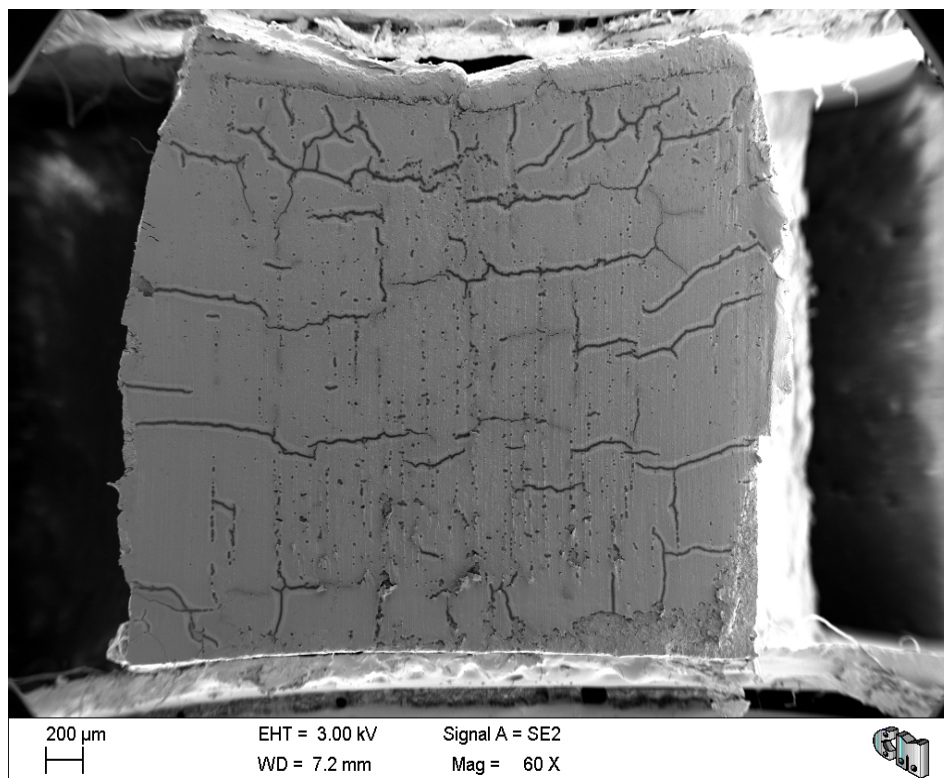


**FIG. 63.-** Fuste de probeta de P11 no envejecida cortado con cuchilla a mano.

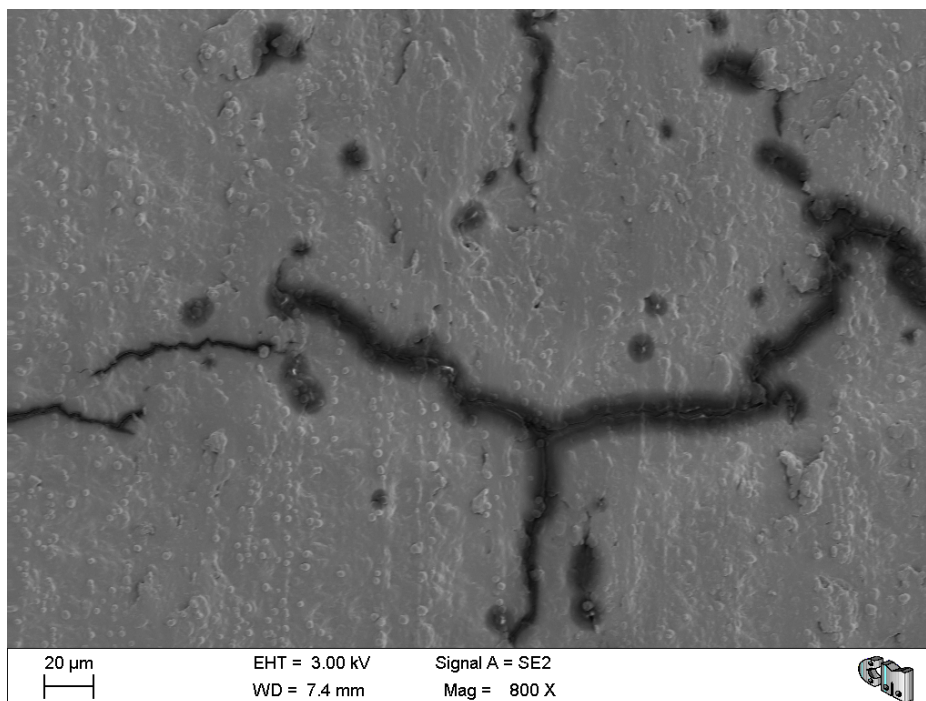


**FIG. 64.-** Fuste de probeta de P11 no envejecida cortado con cuchilla a mano.





**FIG. 65.-** Fuste de probeta de P11 envejecida cortado con cuchilla a mano.

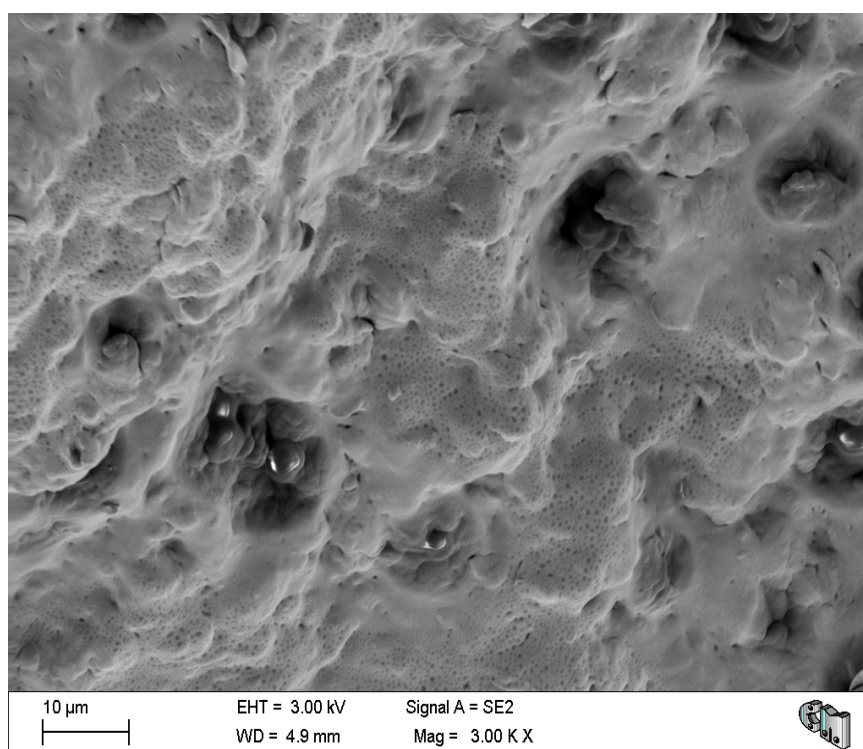


**FIG. 66.-** Fuste de probeta de P11 envejecida cortado con cuchilla a mano.

Por otro lado, la observación con SEM de las probetas de pasta cérea 11 originales, ensayadas a tracción, sin aplicación de adhesivo, como punto comparativo de partida, dio los siguientes resultados:

#### PROBETAS SIN ENVEJECIMIENTO

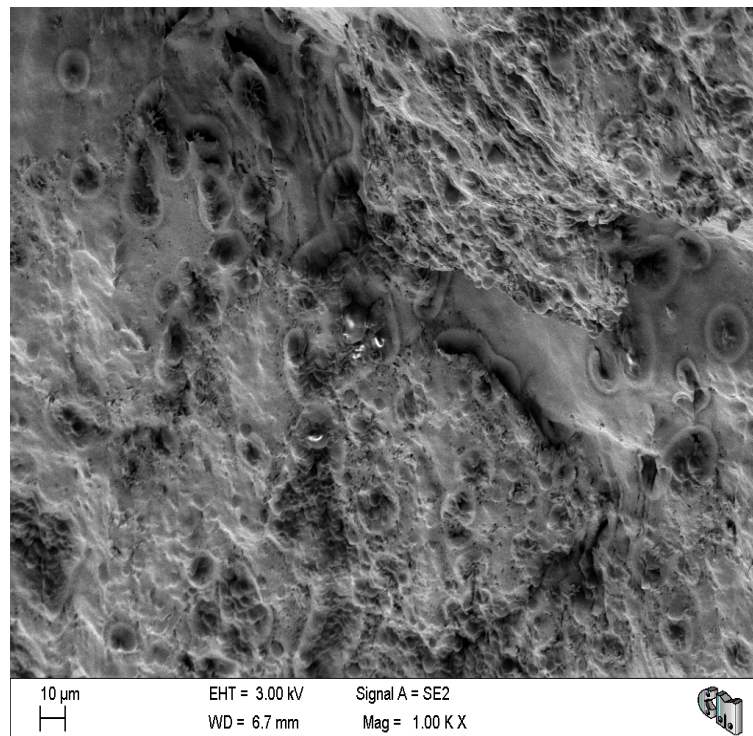
Macroestructuralmente la superficie de la cera se observa muy suave, sin embargo a nivel microestructural presenta una gran porosidad. Estamos hablando de poros del orden de 2 micras a 100 nanómetros<sup>33</sup> de tamaño (figs. 67, 68). Esta porosidad puede ser debida al proceso de deformación y rotura del material. Tal y como puede verse en las imágenes, las tensiones uniaxiales de tracción debieron producir una gran deformación material de la pasta 11 no envejecida (fig. 69). Todo esto concuerda con los resultados obtenidos en las curvas de tracción.



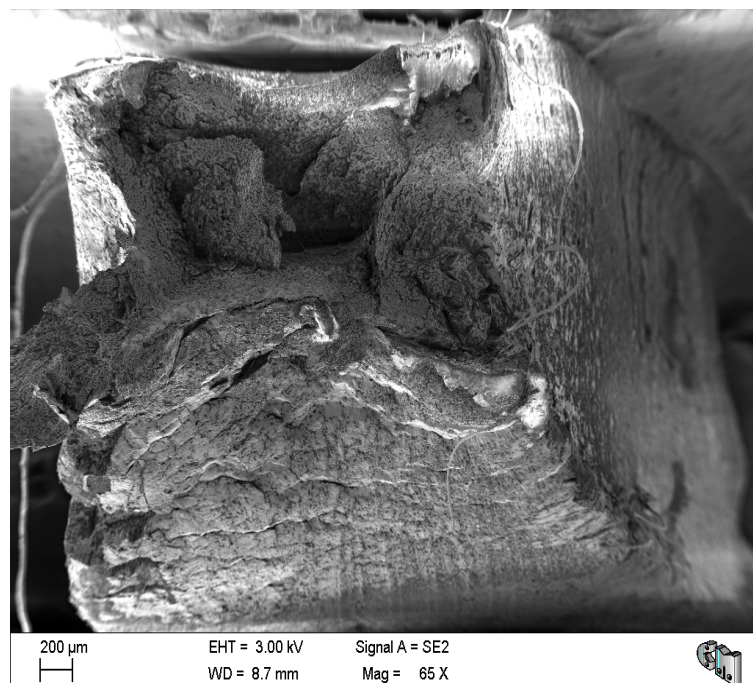
**FIGS. 67.-** Aspecto microscópico de la superficie de la pasta sin envejecer.

---

<sup>33</sup> El nanómetro (nm) es una medida de longitud utilizada para medir radiaciones. Equivale a una millonésima parte de un metro,  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .



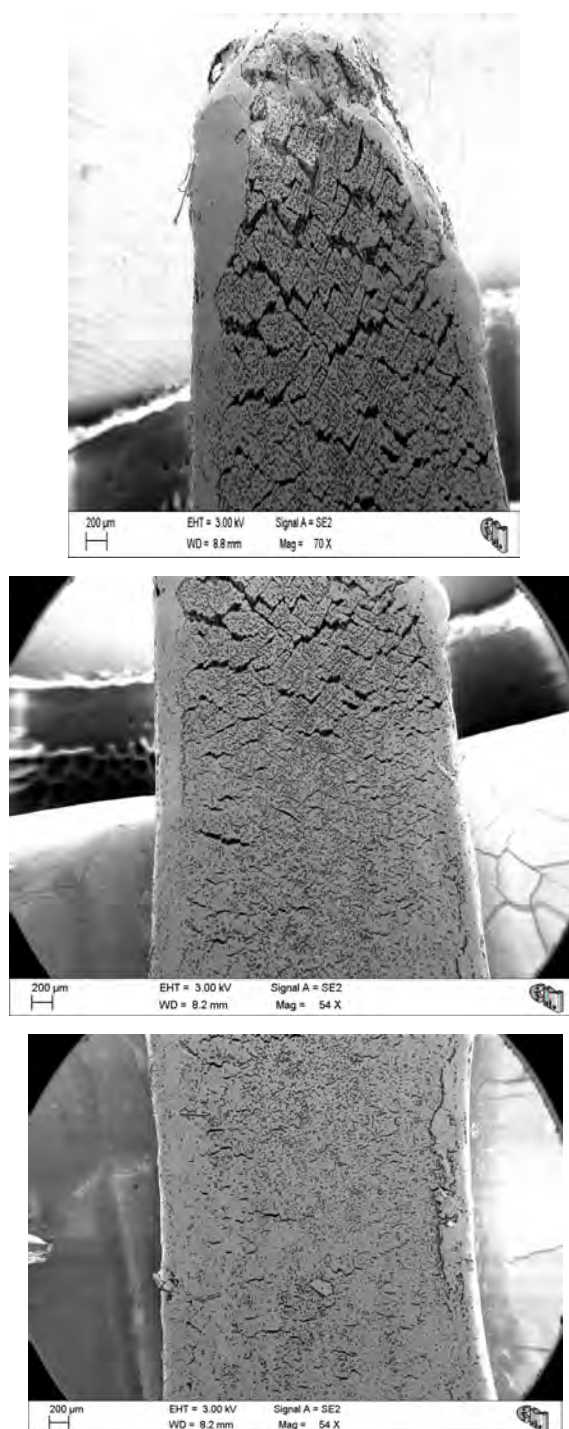
**FIGS. 68.-** Aspecto microscópico de la superficie de la pasta sin envejecer.



**FIG. 69.-** Vista longitudinal de cómo rompe la pasta original sin envejecer.

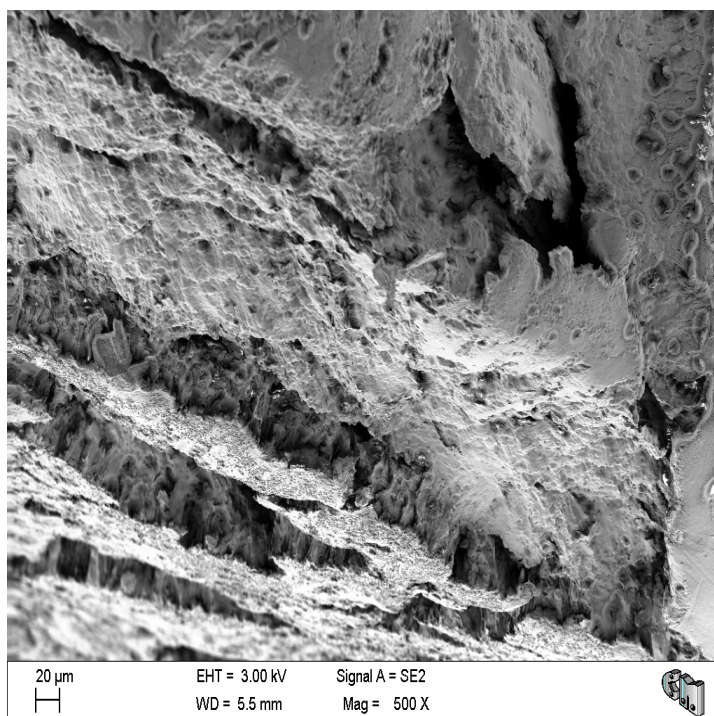
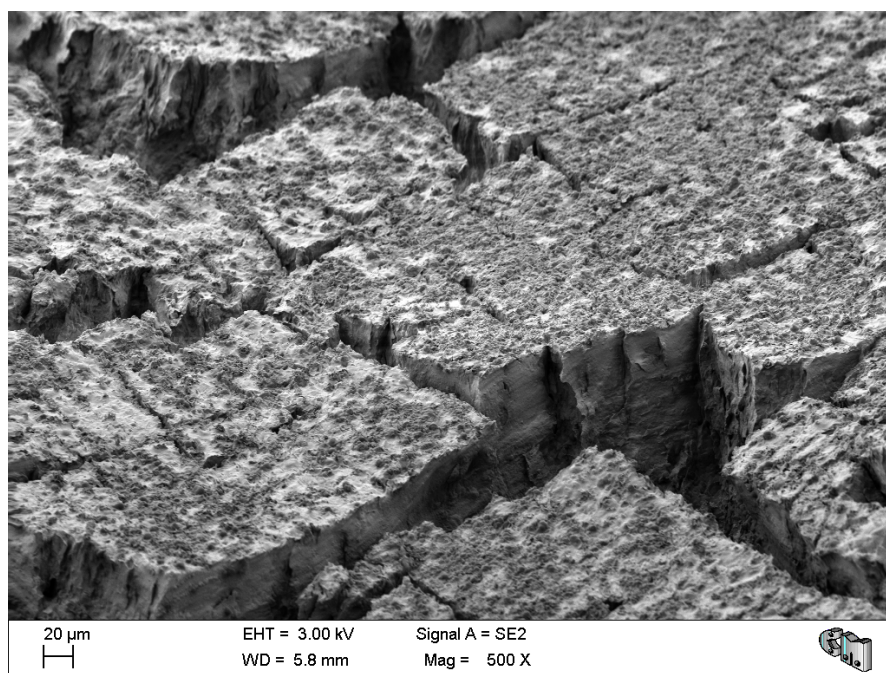


Como puede verse en las figuras 70, 71 y 72, la fractura es en forma de cono y muestra una zona de estricción, reducción de la sección por deformación masiva macroscópica, y cuantiosas grietas alrededor. Siguiendo la dirección de la deformación, se puede ver que van desapareciendo a medida que nos alejamos (figuras 71 y 72) de la zona en la que se ha concentrado el proceso de fractura.



**FIGS. 70, 71, 72.-**Vista transversal de la forma en que rompe la probeta de pasta original sin envejecer.

También puede observarse que en la superficie de fractura aparecen múltiples escalones (fig. 73). Esto indica que la rotura es claramente dúctil, y aparecen múltiples cambios en el plano y oquedades generadas por el proceso de deformación local a gran escala (fig. 74). Esto, una vez más, confirma los resultados macroscópicos hallados anteriormente.



**FIGS. 73, 74.-** Aspecto de la forma en que rompe la pasta original sin envejecer.

Con el fin de determinar la composición química de la pasta cética se realizó un análisis composicional EDS (microanálisis Energy Dispersion Spectroscopy). En éste, un haz de electrones ( $e^-$ ) incide sobre las capas electrónicas de los átomos que conforman la muestra, interaccionando con ellos. De este modo, algunos de los electrones son arrancados de su orbital y otros de las capas más externas del mismo átomo decaen a esas capas más internas que han quedado vacías al saltar el electrón. Ese decaimiento o salto de electrones tiene una energía (E) que está en la franja de los rayos X. Poniendo un detector de rayos X se puede identificar la Energía (E) que se está emitiendo, la cual se correlaciona con las transiciones electrónicas que se han producido. De esta forma se pueden identificar los átomos presentes en las muestras y su composición. En este caso, se analizó que no había contaminación de elementos externos y se observó que la pasta cética está conformada por cadenas poliméricas de C y O<sub>2</sub>. La presencia de Au se corresponde con la metalización.

#### PROBETAS CON ENVEJECIMIENTO

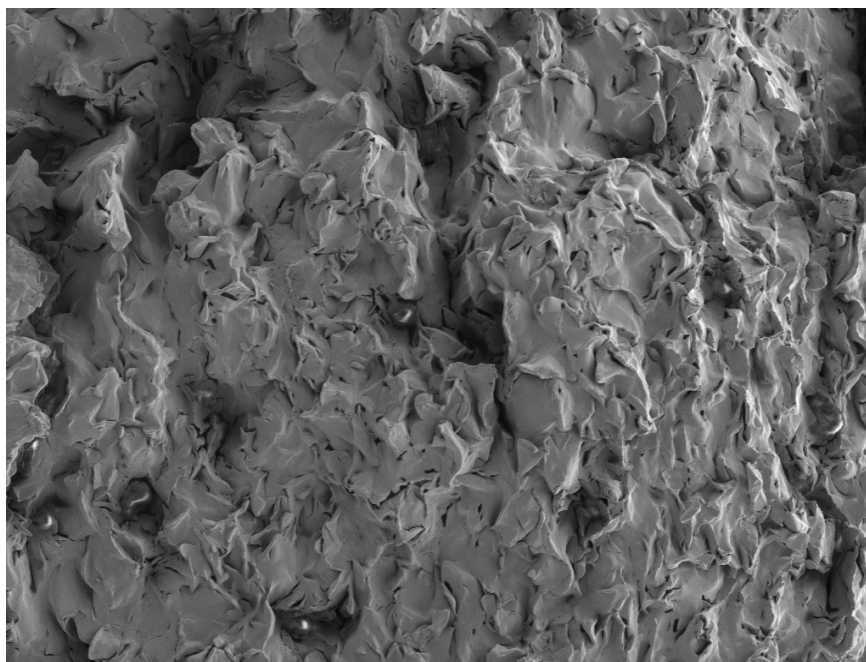
Al envejecer la rotura es más estructurada, la cera no se desgarra, y muestra una forma de remolino (fig. 75).



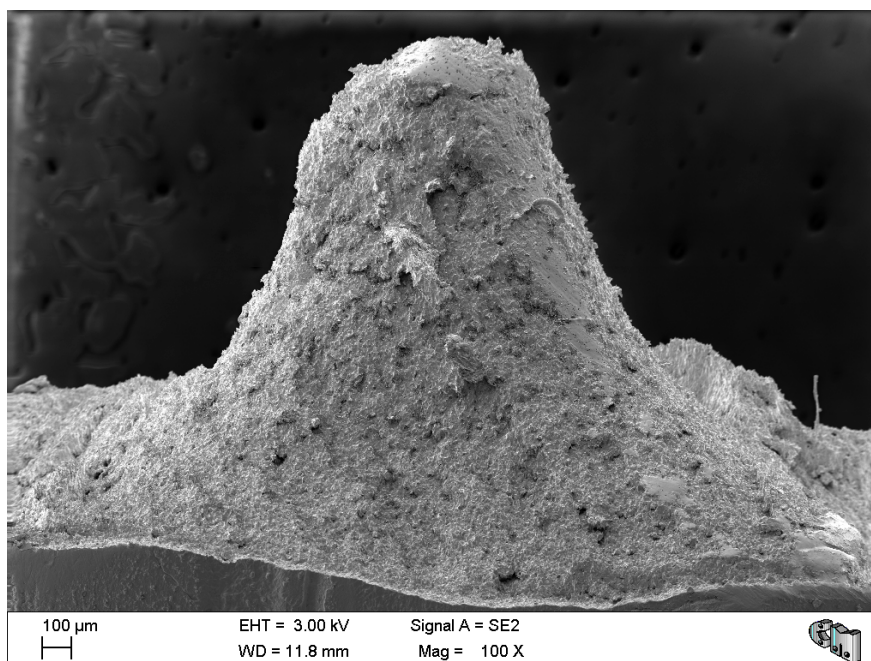
**FIG. 75.-**Vista longitudinal de la forma de la fractura en la pasta original envejecida.



La superficie de fractura no presenta tantas oquedades ni la gran porosidad del caso anterior (sin envejecimiento). El material aparece más compacto y menos deformable en relación con el prístino. Además no muestra agrietamiento alguno. Da la sensación de que la estructura básica del material ha cambiado (figs. 76, 77) debido al envejecimiento, danos lugar, macroscópicamente, a un comportamiento mecánico diferente.



**FIG. 76.-** Aspecto de la superficie cérica de la pasta 11 envejecida al romper.

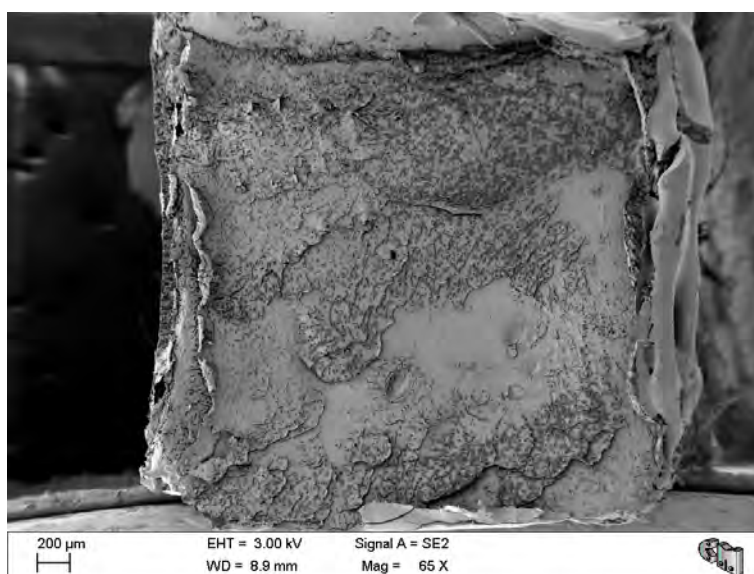


**FIG. 77.-** Vista transversal de la forma en que rompe la pasta 11 envejecida.

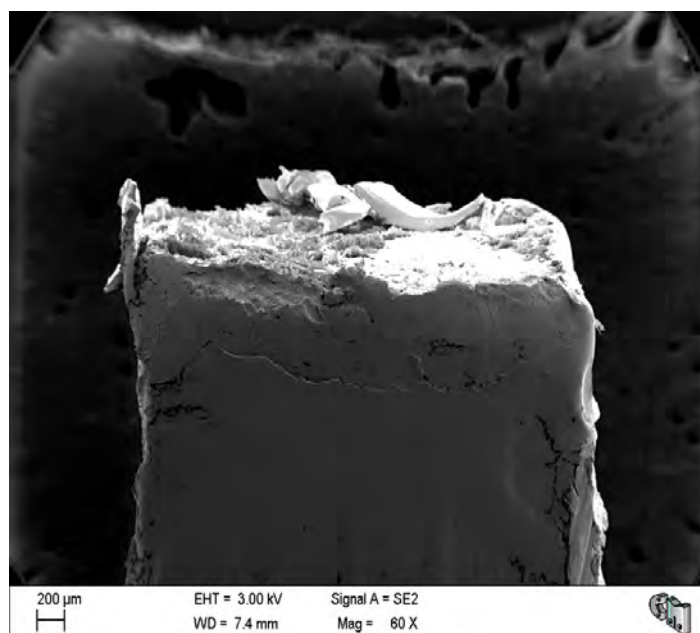
#### 7.4.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL PVA (ADH. 3)

##### SIN ENVEJECIMIENTO

No se observa deformación mecánica ni en la vista longitudinal ni en la transversal de la probeta de cera a nivel microestructural al separarse el adhesivo (figs. 78, 79), lo que significa que ha partido por el punto de unión del PVA. No se ha introducido daño alguno en el material céreo durante el proceso de despegue (fig. 79).



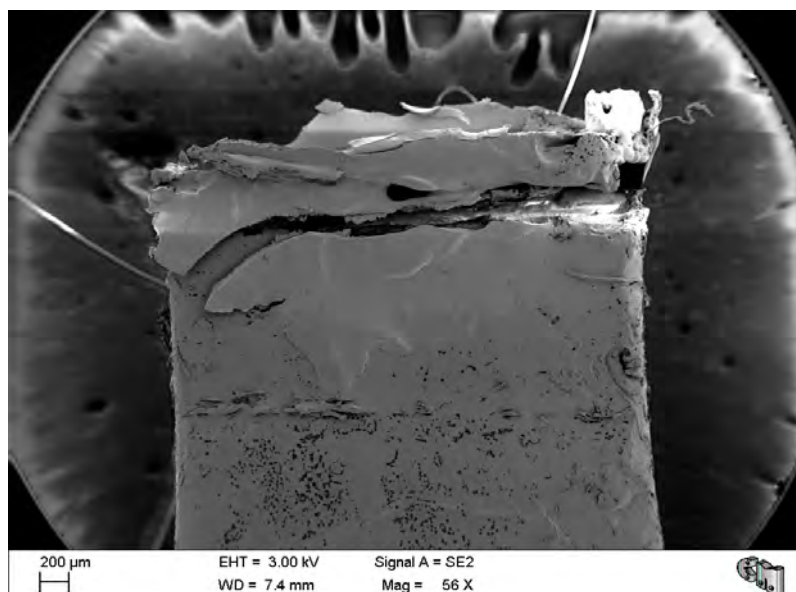
**FIG. 78.-** Vista longitudinal de la rotura de la probeta de pasta 11 sin envejecer adherida con PVA.



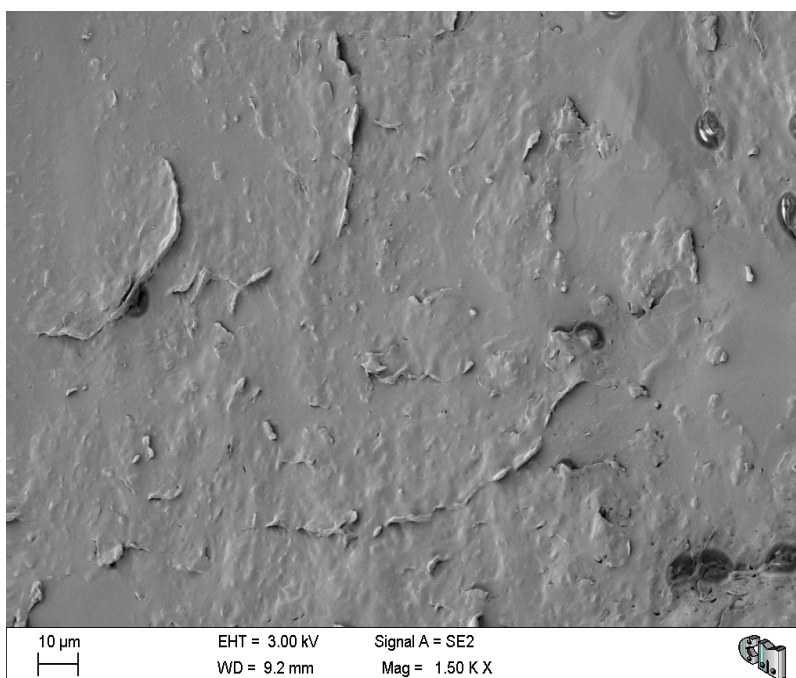
**FIG. 79.-** Vista transversal de la rotura de la probeta de pasta 11 sin envejecer adherida con PVA.



Todo cuanto se observa sobre el fuste en la fig. 79 son restos de la lámina de PVA arrancada en la tracción, no arrastra cera consigo. En la fig. 80 se ve nítidamente que el PVA rompe despegándose de la cera en lámina, y la rotura se produce en el punto de unión sin deformación plástica de la cera. Toda la superficie de rotura sigue cubierta por el PVA, no se observa arrastre de cera (fig. 81).

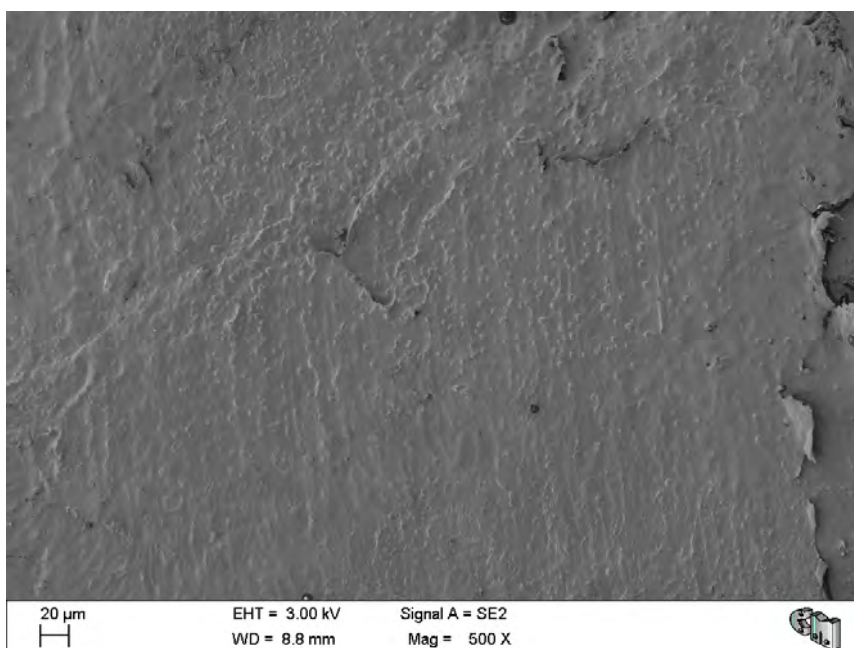


**FIG. 80.-** Vista transversal de cómo se despega el PVA en lámina.

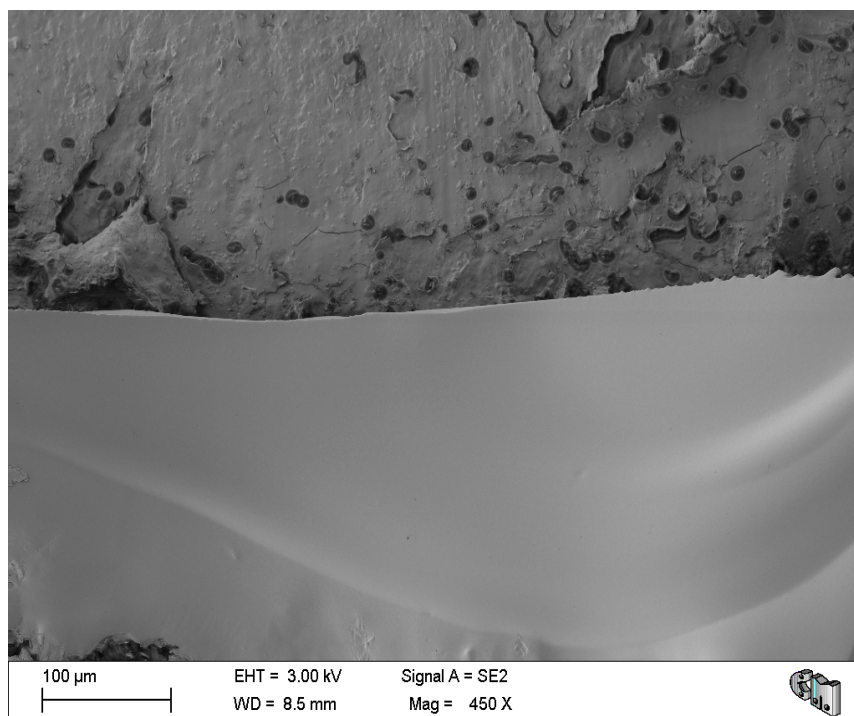


**FIG. 81.-**Superficie de la rotura cubierta de PVA sin arrastre de pasta de cera.

El mojado es bueno dado que se advierte que el adhesivo se adapta perfectamente a la superficie, reproduce milimétricamente la topografía de la misma (fig. 82). La película adhesiva que forma al curar es muy flexible, no se observan grietas en la superficie del PVA (fig. 83). El análisis composicional EDS del PVA indica que está compuesto por cadenas poliméricas de C, H y O<sub>2</sub>.



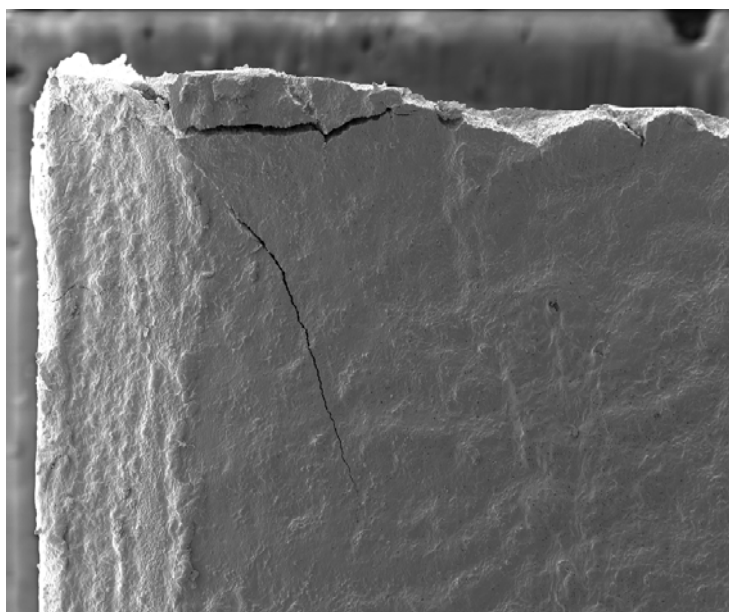
**FIG. 82.-**El PVA muestra una buena plasticidad en la pasta de cera no envejecida.



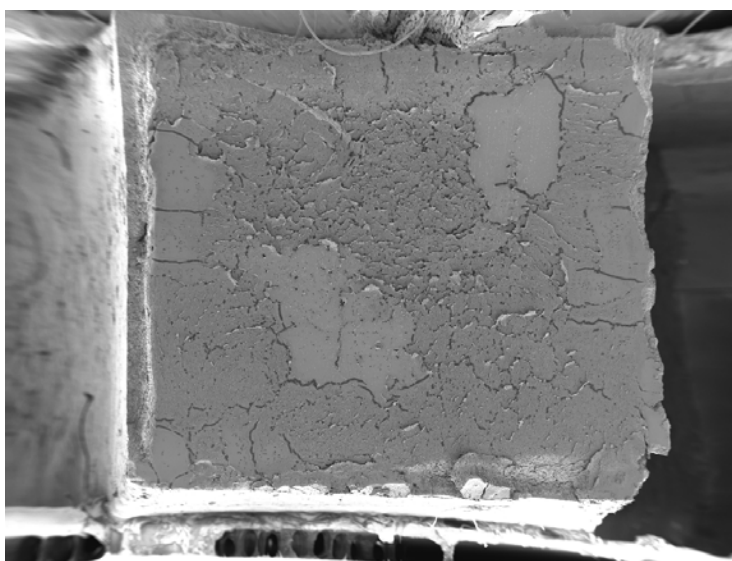
**FIG. 83.-** Compárese la superficie rugosa y porosa de la cera con la del PVA que no muestra agrietamiento alguno dada su gran flexibilidad.

## CON ENVEJECIMIENTO

Se forman grietas y levantamientos leves sólo en los bordes, donde la cera envejecida está más debilitada (fig. 84), pero el aspecto general es bueno, la probeta de cera no sufre deformación mecánica alguna y el PVA no arrastra pasta (fig. 85). Por consiguiente, no se ha introducido daño en el material ceroso durante el proceso de despegue.

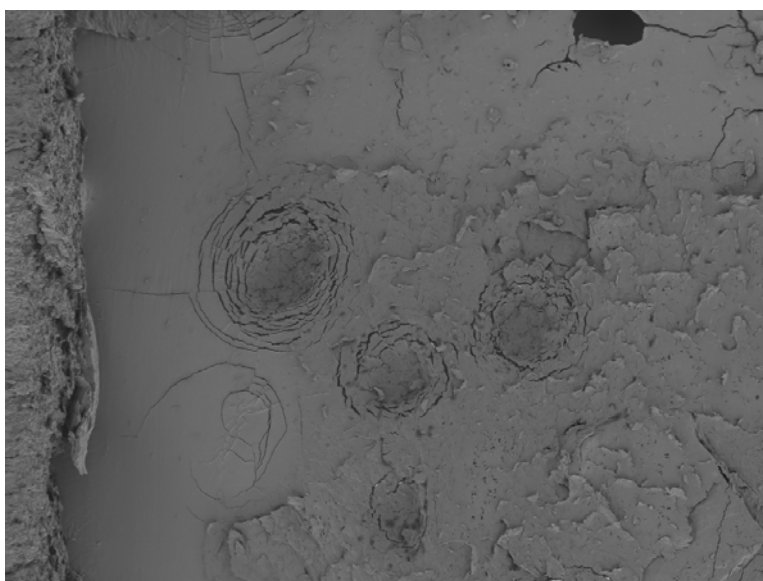


**FIG. 84.-** Vista transversal de la probeta de pasta 11 envejecida y adherida con PVA.

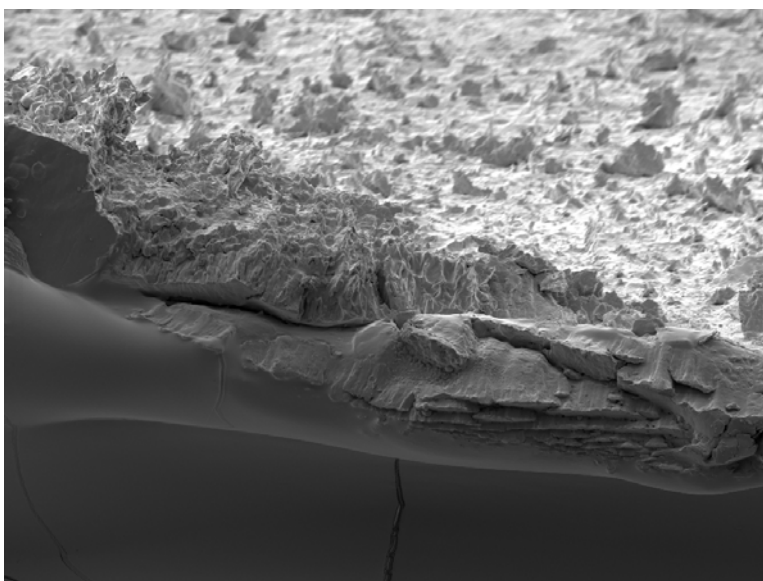


**FIG. 85.-** Vista longitudinal de la probeta de pasta 11 envejecida y adherida con PVA.

El PVA se ha resecado al entrar en contacto con la cera y la rotura presenta los mismos remolinos que se formaban en la probeta de pasta envejecida sin adherir. Las grietas son circulares, se adecuan a este tipo de fractura. Todo ello indica que el PVA es muy adhesivo dado que registra toda la topografía de la cera una vez rompe ésta (fig. 86). Esto implica que a pesar de haberse resecado se sigue manteniendo elástico. También conserva su reversibilidad: toda la capa de adhesivo se queda en una parte de la probeta (fig. 86) y, en la otra parte, sólo hay cera ligeramente levantada (fig. 87).



**FIG. 86.-** Vista longitudinal de la superficie de la probeta de pasta 11 envejecida donde ha quedado la lámina de PVA.

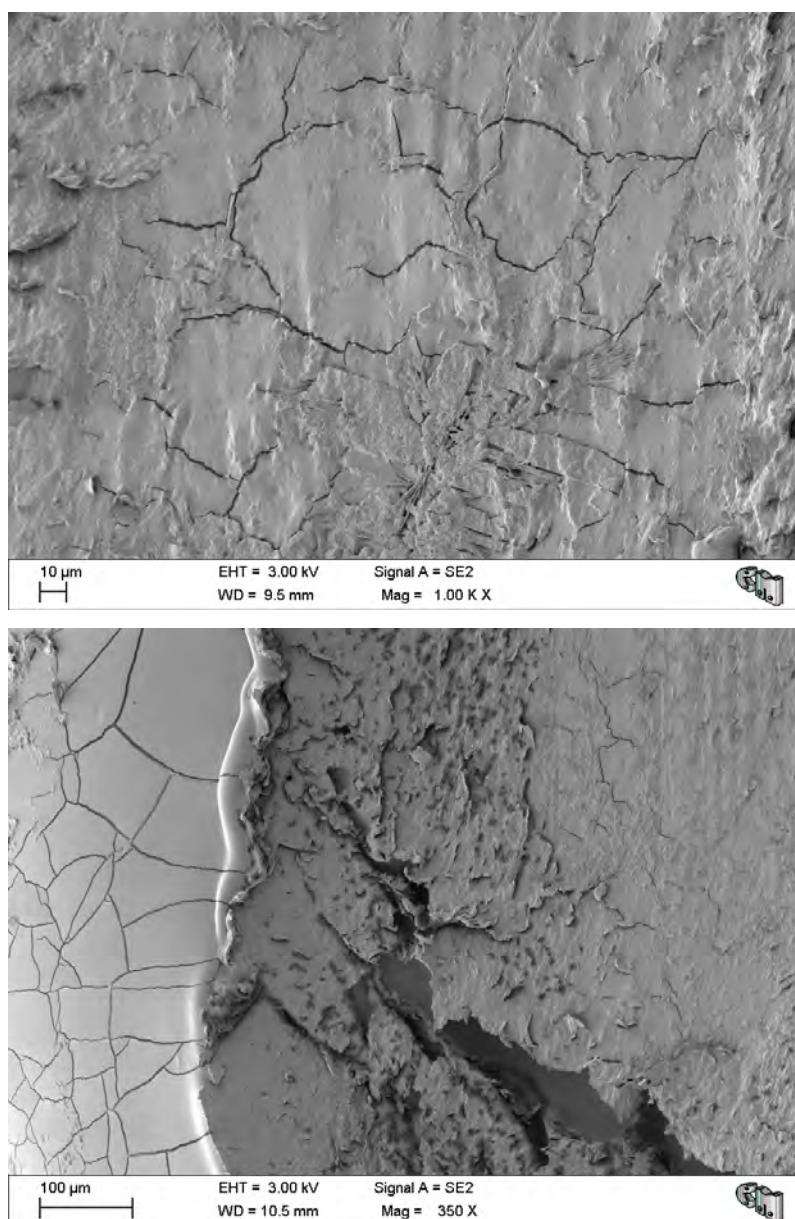


**FIG. 87.-** Detalle transversal de la otra mitad de la probeta donde queda toda la cera ligeramente levantada.

## 7.5.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL LASCAUX® 498 HV (ADH. 7)

### SIN ENVEJECIMIENTO

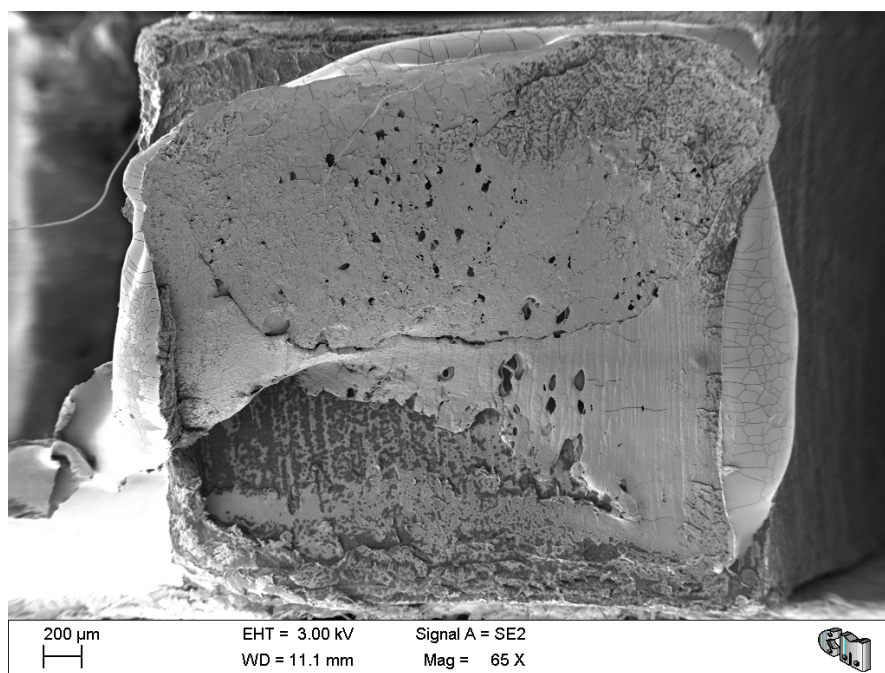
Al observar este adhesivo acrílico, se determina que al curar se agrieta por completo, lo que es indicativo de su extrema fragilidad (figs. 88, 89). No obstante se ha de tener en cuenta que es un adhesivo más viscoso que el PVA.



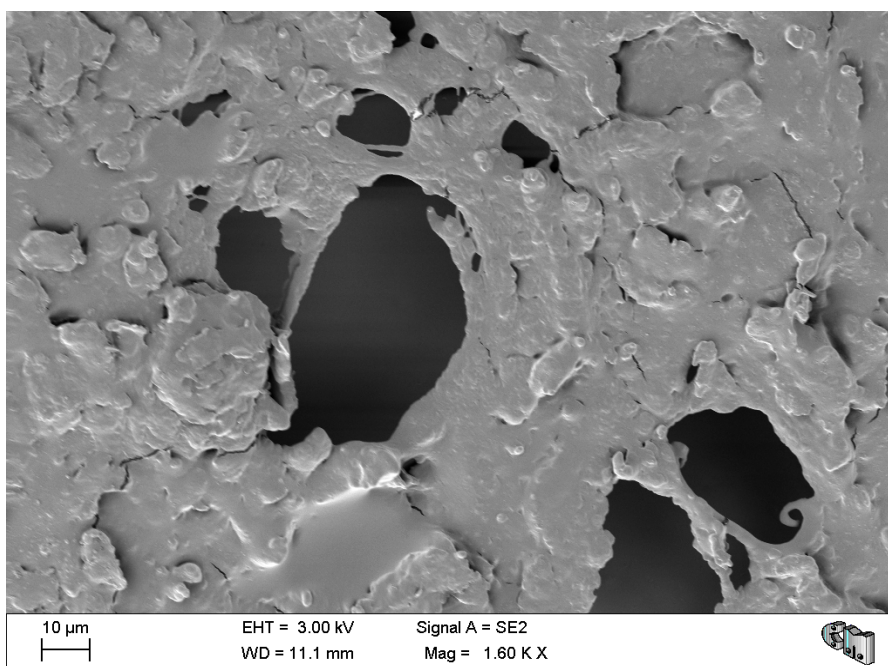
**FIGS. 88, 89.-** El adhesivo Lascaux ®498 HV se muestra frágil en las probetas de pasta 11 sin envejecer.



Además, el mojado de la superficie es peor que el del PVA, al aparecer zonas del fuste de cera sin cubrir a pesar de haber sido aplicado con sumo cuidado por pincelación. A nivel microscópico se observa que no se reparte de manera uniforme y que no registra la topografía de la cera, además de aparecer numerosos huecos (figs. 90, 91).

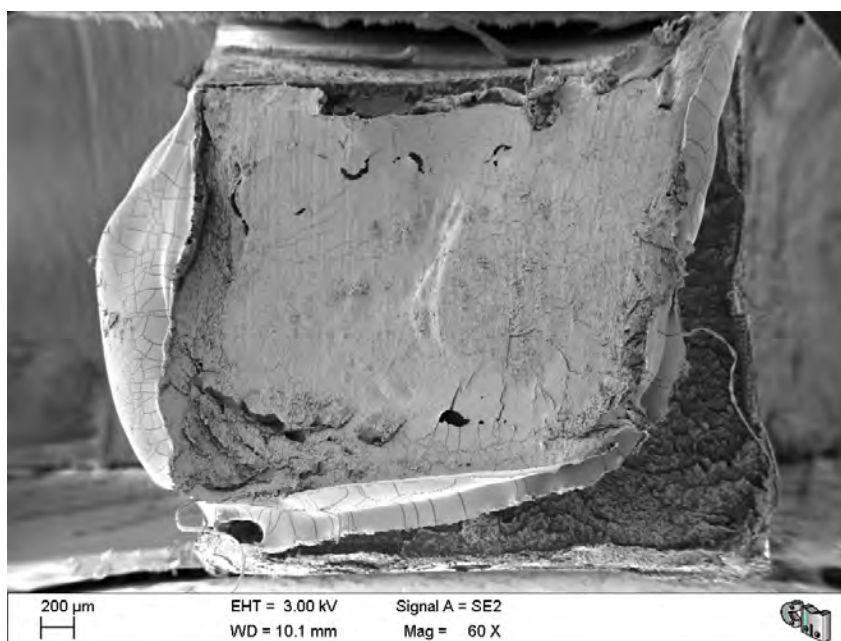


**FIG. 90.-** Lámina de Lascaux ®498 HV aplicada en la probeta de pasta 11 no envejecida.

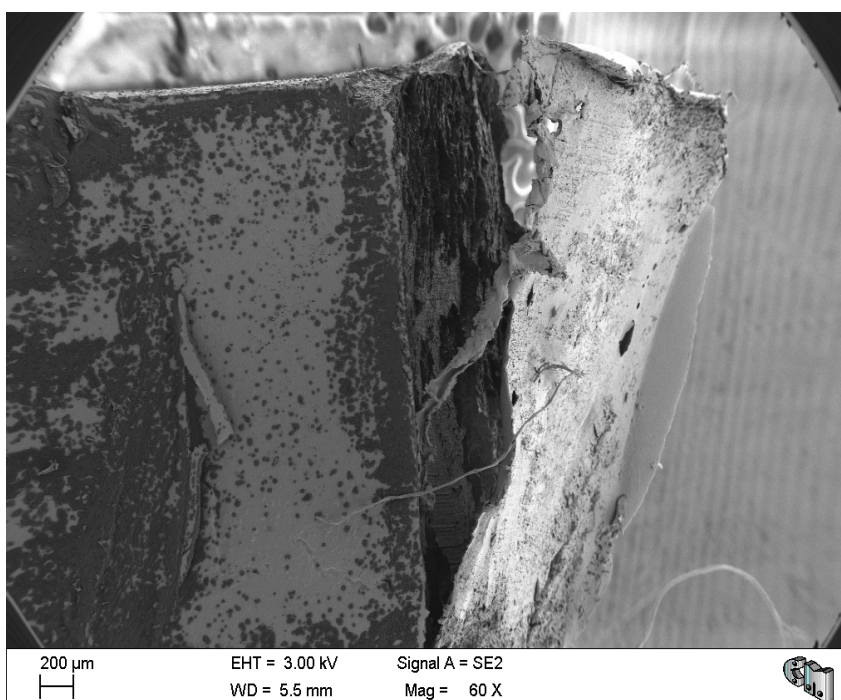


**FIG 91.-** Detalle de los agujeros que se forman.

En este caso el adhesivo se separa en lámina sin provocar deformación alguna en la probeta (fig. 91) y se retira de la misma limpiamente sin arrastre de pasta cerosa (fig. 92).



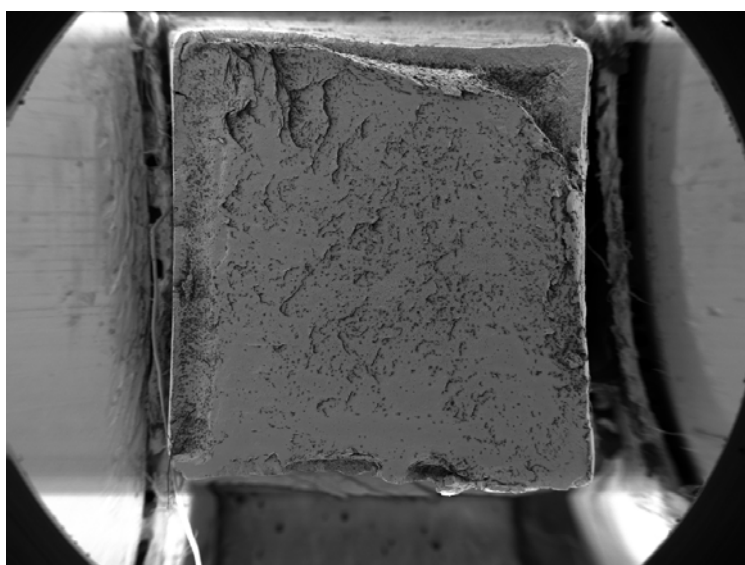
**FIG. 91.-** Vista longitudinal. Separación de la lámina de Lascaux ®498 HV de la pasta cerosa sin envejecer.



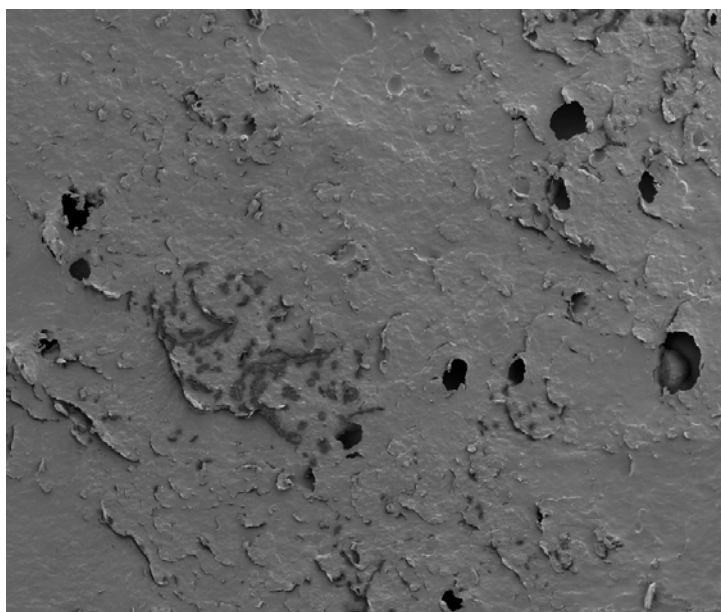
**FIG. 92.-** Vista transversal de la separación en lámina del Lascaux ®498 HV de la pasta cerosa sin envejecer.

## CON ENVEJECIMIENTO

El aspecto de la superficie es muy similar al de la no envejecida. El adhesivo queda en uno de los lados del fuste de la probeta y no se produce arrastre de cera ni deformación en la misma (fig. 93). Siguen formándose en el adhesivo los huecos que se advertían al aplicarlo a la pasta sin envejecer, pero han disminuido de forma significativa lo que implica que su mojado sobre la pasta envejecida mejora notablemente (fig. 94). Frente al PVA muestra menor fuerza adhesiva pero es muy reversible.



**FIG. 93.-** Vista longitudinal de la probeta de pasta 11 envejecida adherida con Lascaux® 498 HV. Todo es cera.



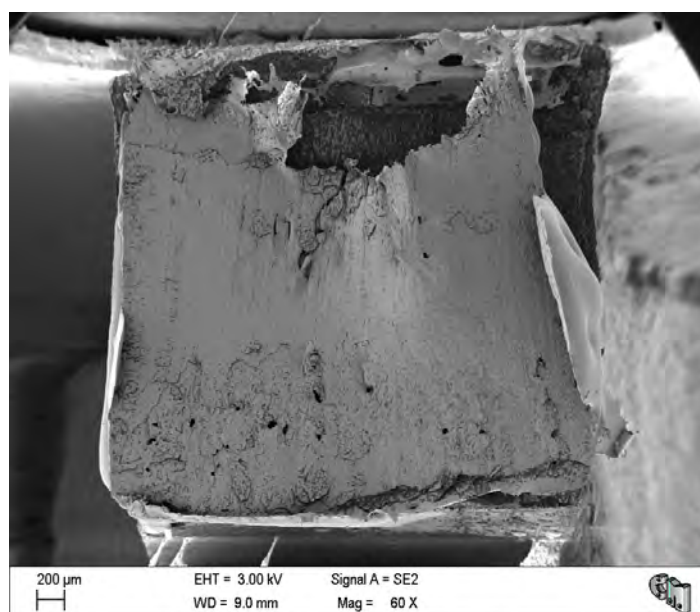
**FIG. 94.-** Detalle del otro lado de la probeta donde ha quedado todo el adhesivo. Mejora su capacidad de mojado aplicado a la pasta cerosa 11 envejecida.



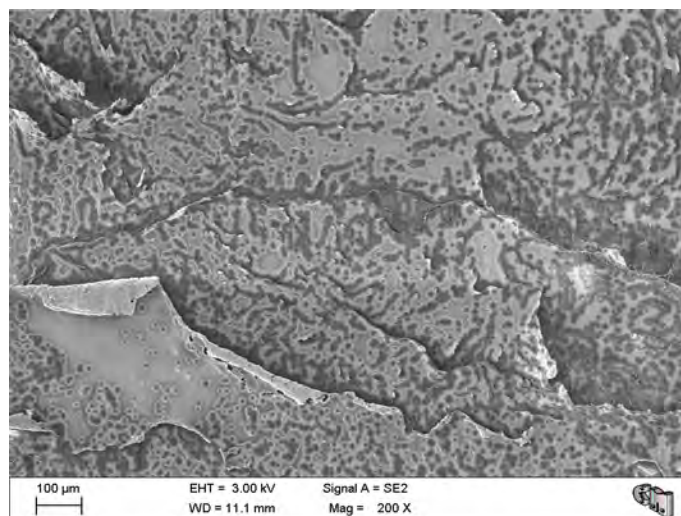
## 7.6.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL EVACON® R (ADH. 4)

### SIN ENVEJECIMIENTO

Durante la prueba de tracción la lámina de Evacon® R permanece adherida a la cera, no se separa tanto como ocurriría con el PVA o con el Lascaux® 498 HV, lo que indica una re-tratabilidad inferior además de existir arrastre de cera. Sigue sin producirse deformación en la probeta. Su capacidad de mojado es inferior a la del PVA pero mejor que la del Lascaux® 498 HV (figs. 95, 96).

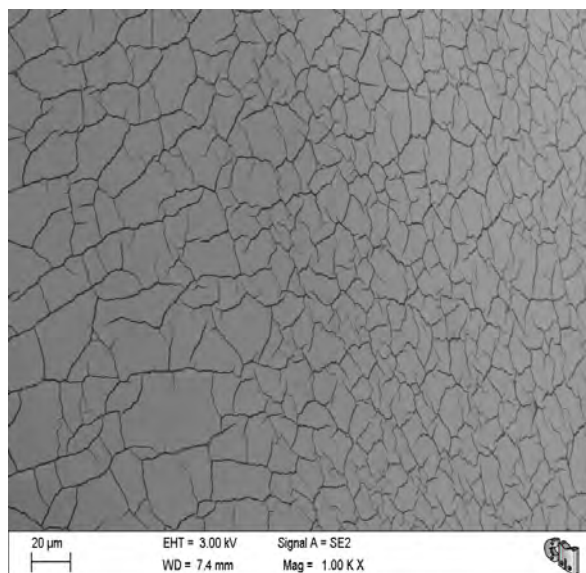


**FIG. 95.-** Vista longitudinal de la lámina de Evacon® R en la probeta de pasta 11 sin envejecer.



**FIG. 96.-** El Evacon® R, al separarse en la tracción, lamina la cera con lo que resulta menos re-tratable que los adhesivos anteriores. Quedan pequeñas láminas de adhesivo mezcladas con la cera (abajo izda.)

El Evacon® R se cuarteo mucho, mostrándose más frágil que el PVA. Se agrieta de forma diferente al Lascaux® 498 HV, pero se reparte de forma más homogénea no dejando huecos durante el mojado sobre la superficie cerosa (figs. 95, 97).



**FIG. 97-** El cuarteado del Evacon® R recuerda a la tierra húmeda al secarse. Es un adhesivo frágil pero no presenta la falta de homogeneidad del Lascaux® 498 HV ni sus huecos.

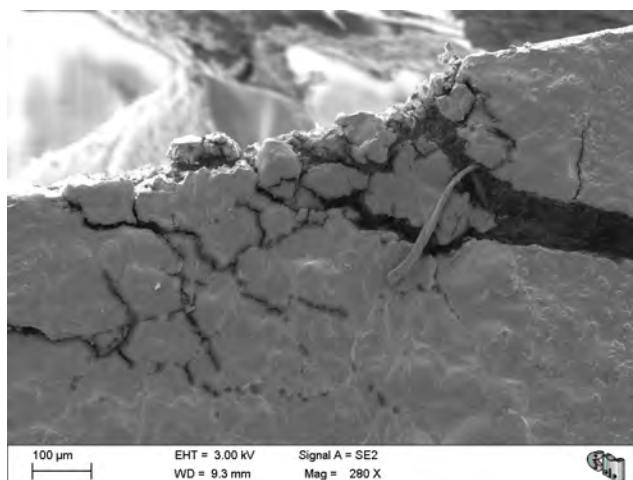
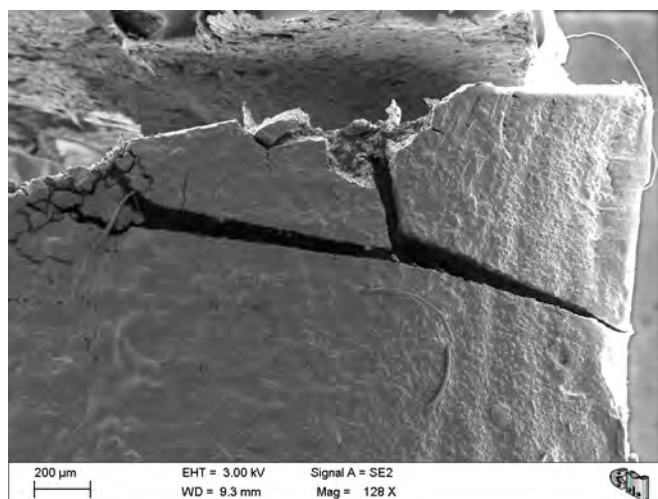
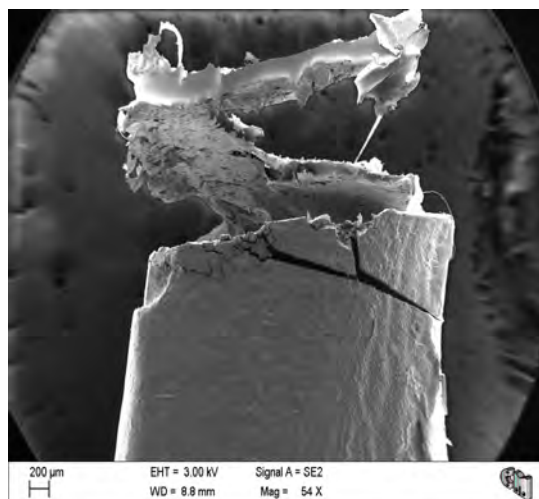
#### CON ENVEJECIMIENTO

En las vistas longitudinales daba la sensación de que este adhesivo, con la cera envejecida, se separaba mucho mejor de la misma que sin envejecerla (fig. 98).



**FIG. 98-** La vista longitudinal mostraba una buena separación en lámina del adhesivo.

Sin embargo, las imágenes transversales demuestran lo contrario. El Evacon® R se muestra muy adhesivo y, por ello, la lámina aplicada arranca cera en el proceso de tracción, creando numerosas fracturas en el material céreo (figs. 99, 100, 101).

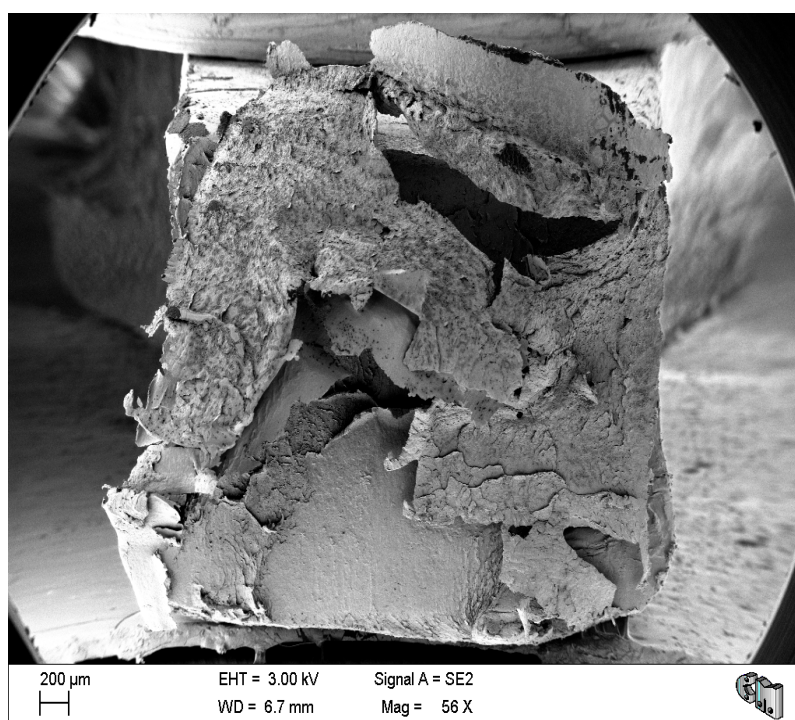


**FIGS. 99, 100, 101.**-Toda la zona de rotura presenta cuantiosas fracturas de la pasta cerosa envejecida. En la fig. 99 puede apreciarse que la lámina separada de Evacon® R arrastra cera.

## 7.7.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL VINAVID® 59 (ADH. 5)

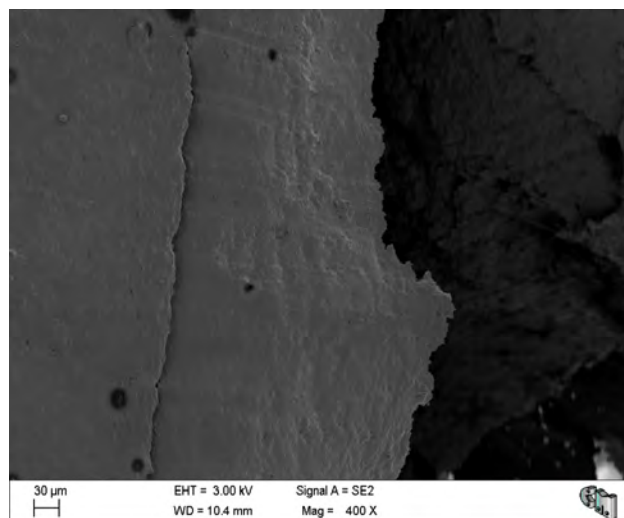
### SIN ENVEJECIMIENTO

Microestructuralmente se observa que destroza la pasta cerosa (figs. 102, 103), la arranca, produciendo grietas en la propia cera. Es como si la desgarrara generando grandes fracturas en ella. Resulta excesivamente agresivo para la adhesión de esta pasta cerosa sin envejecer. Ello indica un arrastre de pasta a pesar de que la probeta ha roto por el punto de unión. No se separa de la misma limpiamente en lámina. Estos daños tan acusados pueden deberse a su alta fluidez, casi acuosa. Pensamos que es posible que penetre en los poros de la pasta cerosa. Se adhiere muy bien a la cera, lo cual es observable en la zona de estriación del adhesivo aplicado a pincel (fig. 104). En relación a su elasticidad aparece muy poco agrietado lo que indica su naturaleza flexible (fig. 105).

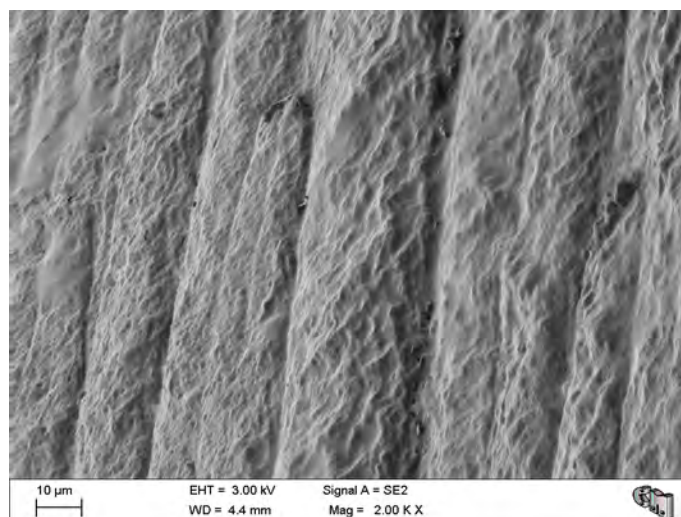


**FIG. 102-** Vista longitudinal general del destrozo que produce el Vinavil® 59 en la pasta cerosa como efecto de la tracción.

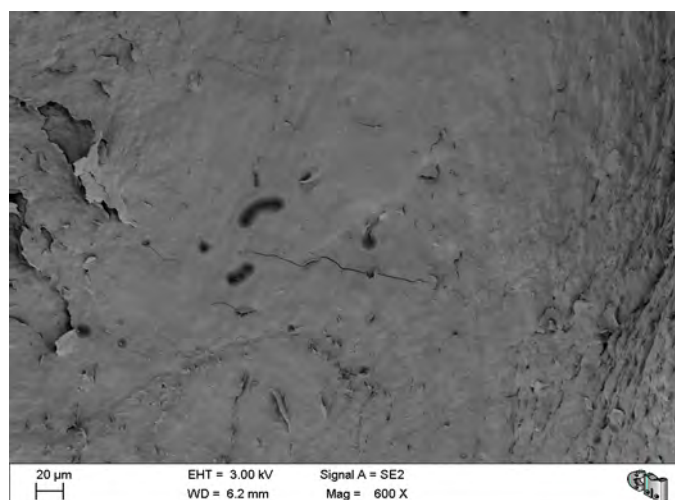




**FIG. 103-** En esta imagen transversal se observa el perfil de la pasta cerosa y su falta de homogeneidad, aparece completamente rota.



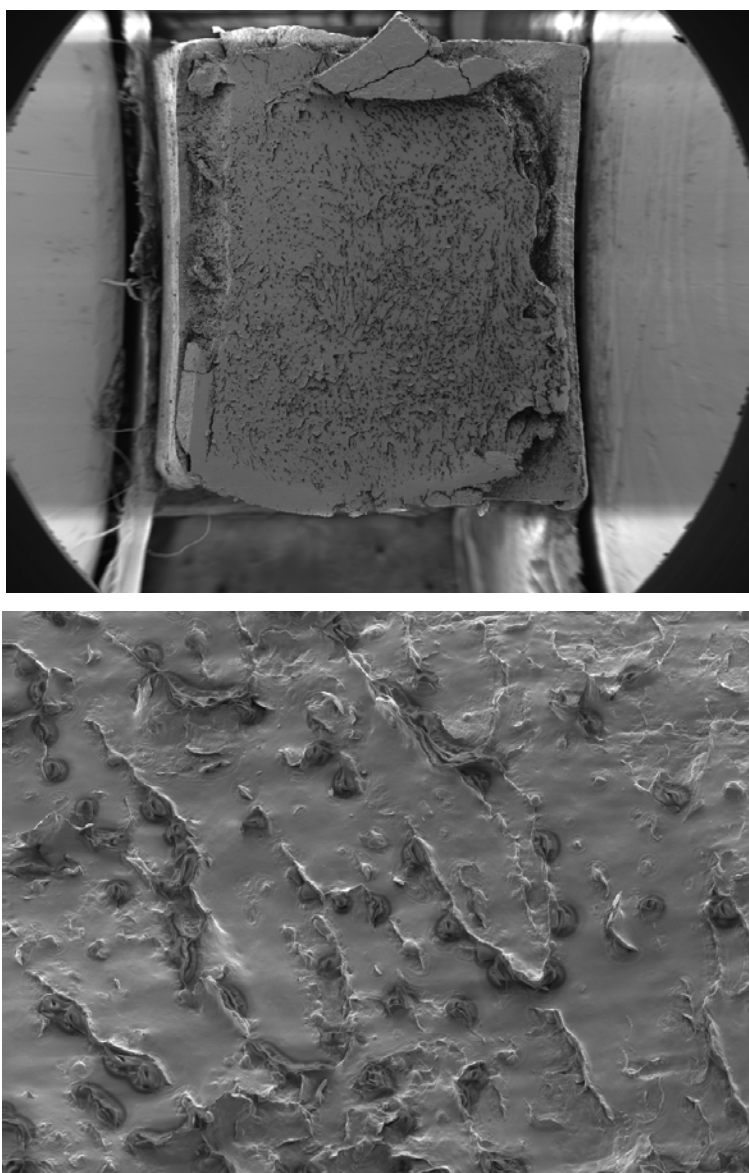
**FIG. 104-** Su alta fluidez hace que se adapte como ningún otro adhesivo a la superficie de la pasta cerosa, pero tal vez por ello genere esos increíbles daños en la misma.



**FIG. 105.-** Superficie homogénea del adhesivo y apenas agrietada.

## CON ENVEJECIMIENTO

El comportamiento del Vinavil® 59 con la pasta envejecida es del todo opuesto al que presenta con la pasta sin envejecer. Se adhiere mucho a la cera pero no ocasiona los graves daños que generaba sin envejecimiento (fig. 106). Muy al contrario, se muestra flexible no cuarteándose y registrando muy bien la topografía de la superficie cerosa; en la pasta envejecida no existe arranque de cera (fig. 107).

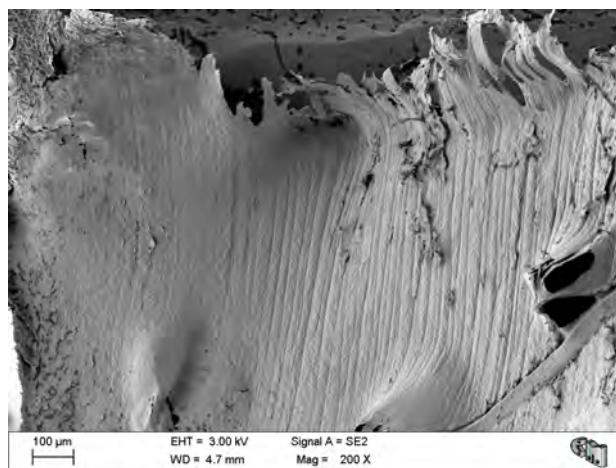


**FIGS. 106, 107.**-Compárese la fig. 106 con la fig. 102. El cambio en su efecto sobre la pasta de cera es muy significativo. En este extremo de la probeta todo es cera. En la fig. 107 el magnífico registro que hace el Vinavil ®59 de la topografía de la superficie, en esta otra parte de la probeta todo es adhesivo.

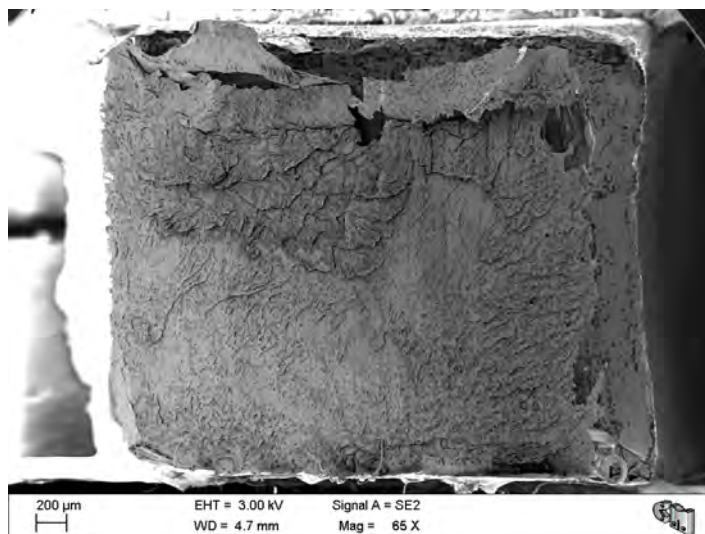
## 7.8.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL MOWITAL® B 60 HH (ADH. 6)

### SIN ENVEJECIMIENTO

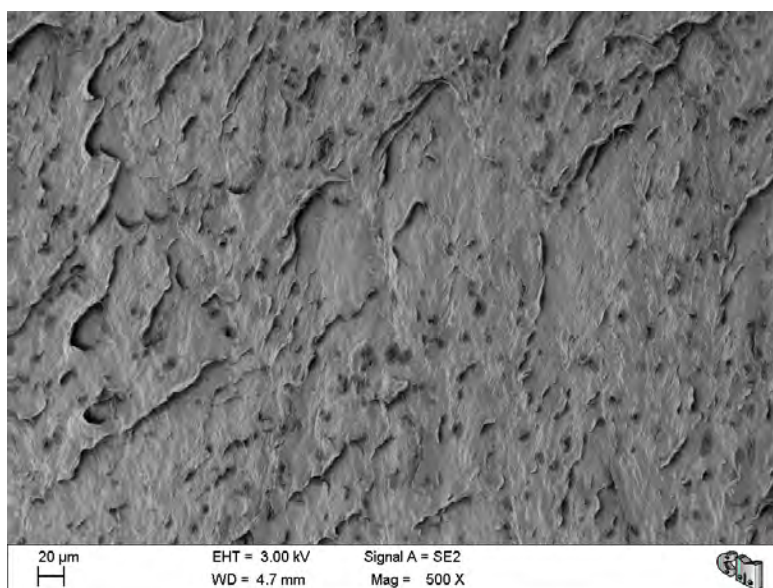
Dada su altísima viscosidad, fue aplicado a la superficie cerosa con espátula. No se observan grietas ni agujeros, luego no se muestra frágil (fig. 108). Se comprueba la misma estriación que en el caso del Vinavil® 59 (fig. 108) lo que indica su buen poder de adhesión en este material céreo. A diferencia del resto de los casos estudiados, macroscópicamente no se ha separado el adhesivo en lámina y se observa que en el otro lado de la probeta sólo hay cera, no hay arrastre de pasta (figs. 109, 110).



**FIG. 108-** El Mowital® B 60 HH parece una masa sobre la pasta de cera a la que se adhiere muy bien. No muestra grietas ni huecos.



**FIG. 109.-** Imagen general en la que se observa su buena adhesividad a la pasta cerosa. No se separa de la misma. La textura que se percibe no es la de un adhesivo.



**FIG. 110.-** Al estudiar la superficie de la fig. 109 a más aumentos se observa que todo es cera.

#### CON ENVEJECIMIENTO

Con la pasta envejecida la lámina de Mowital® B 60 HH se despega completamente y no arrastra cera consigo. No presenta cuarteamientos ni grietas con lo que se muestra flexible (fig. 111).



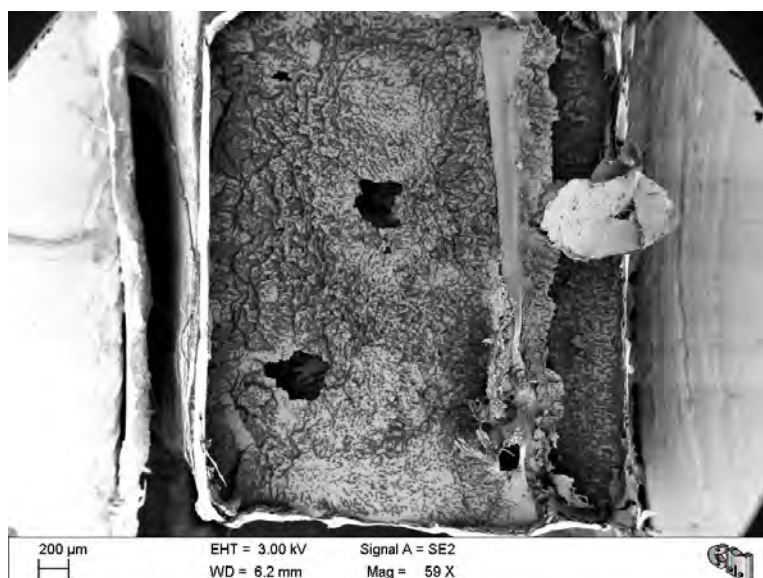
**FIG. 111. -** Se observa el adhesivo, separado en lámina, de la pasta cerosa envejecida.



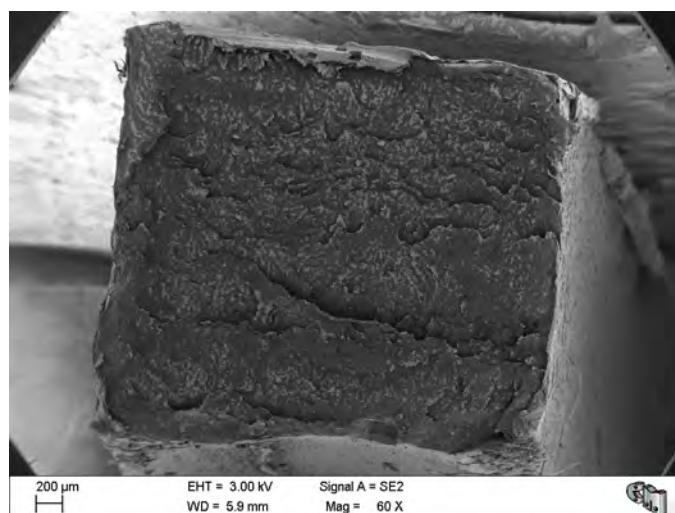
## 7.9.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL PVA K40 (ADH. 9)

### SIN ENJECIMIENTO

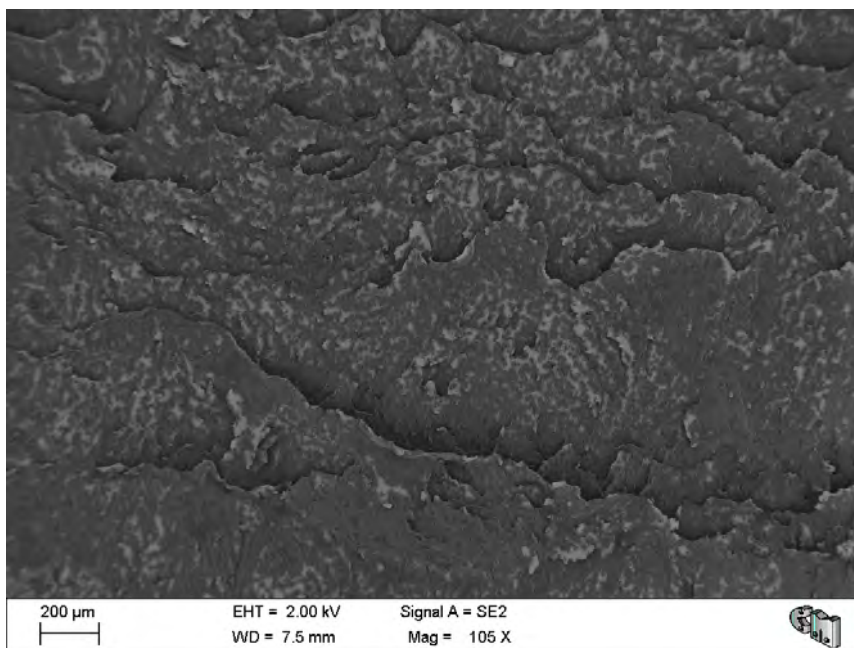
No se deforma mecánicamente la probeta durante la tracción. No se ha separado el adhesivo en lámina; es probable que ello se deba a que fue aplicado en caliente sobre la cera a 60 °C (fig. 112). El PVA K40, arrastra en la tracción, -aún cuando rompa en el punto de adhesión-, una fina capa de pasta cerosa (figs. 113, 114). Ello puede deberse a que al ser aplicado en caliente ha formado cuerpo con la cera del fuste de la probeta.



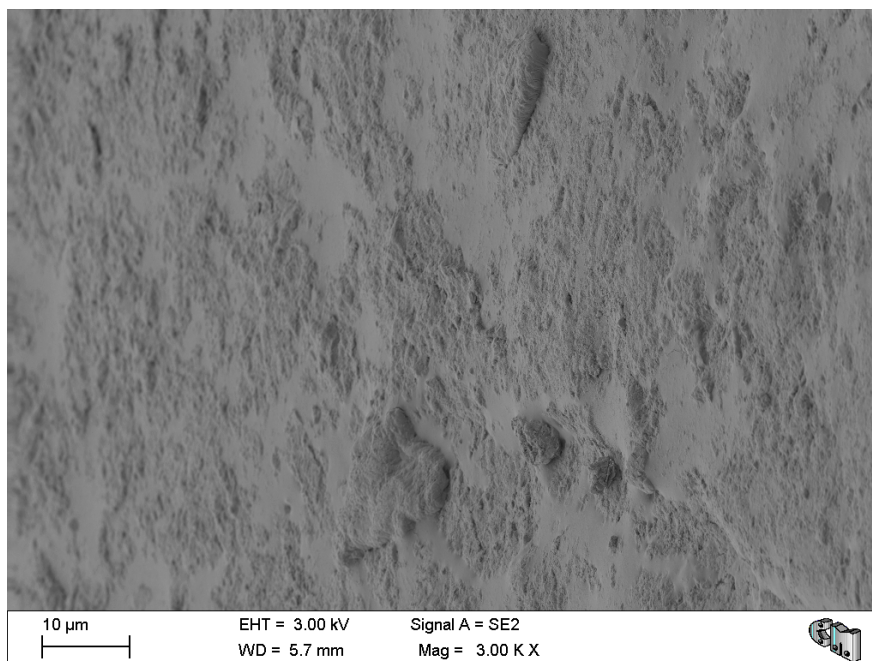
**FIGS. 112, 113.-** Vistas longitudinales de ambas partes del fuste de la probeta de pasta no envejecida adherida con PVA K40 y sometida a tracción.



De hecho, este arranque puede estar también motivado porque demuestra una adhesividad muy grande, lo que se observa en el minucioso detalle con que registra la topografía de la cera cubierta (fig. 115).

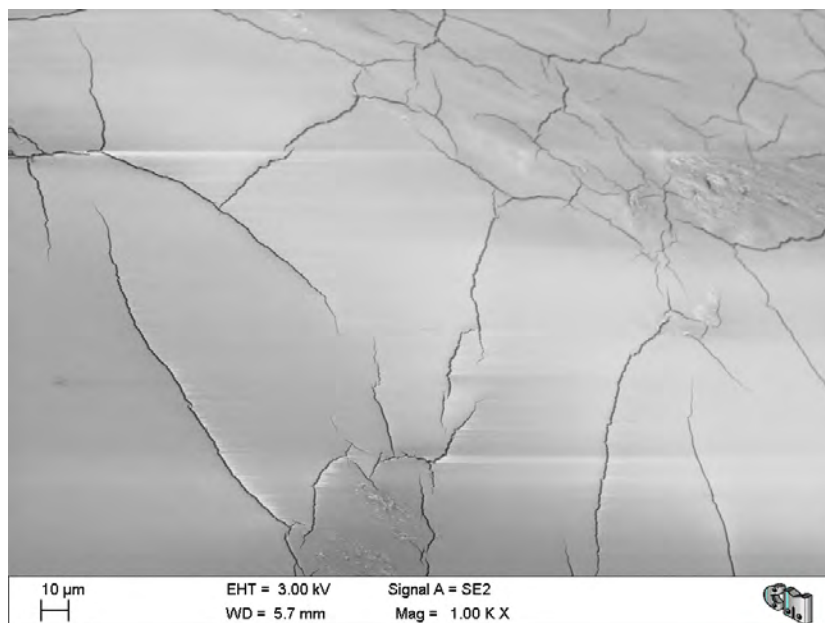


**FIG. 114-** Análisis de la fig. 113. Por la escamación se aprecia un arranque de cera.

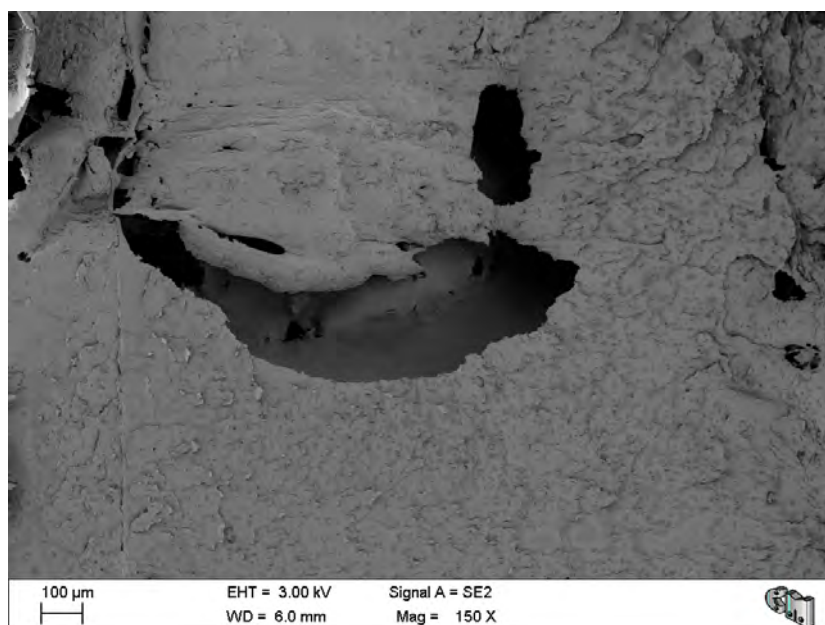


**FIG. 115-** El adhesivo PVA K40 registra milimétricamente la topografía de la pasta de cera.

Se cuartea mucho, lo que indica que no es flexible (fig. 116), y también muestra huecos, como lo hacía el Lascaux® 498 HV, con lo que su mojado no es bueno (fig. 117).



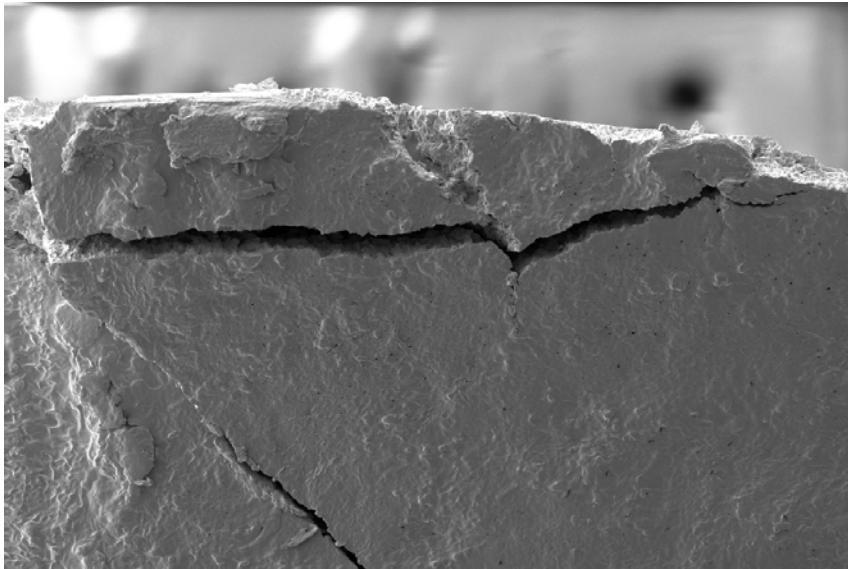
**FIG. 116-** Dada su falta de flexibilidad el PVA K 40 se agrieta mucho.



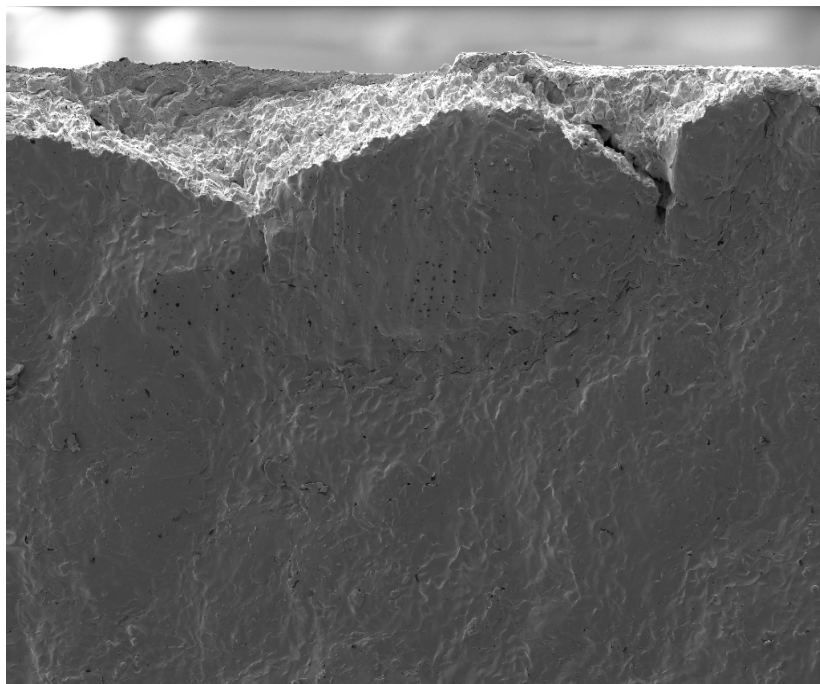
**FIG. 117.-** En el PVA K40 en contacto con la cera se crean enormes huecos.

## CON ENVEJECIMIENTO

El PVA K40 resulta muy agresivo, porque no solo arrastra pasta de cera sino que en la tracción ha arrancado trozos de la misma (figs. 118, 119).



**FIGS. 118, 119.-** Aparentemente, la lámina de adhesivo PVA K40 se despegaba bien pero en las vistas transversales se observa el daño que hace a la pasta 11 envejecida en la tracción.

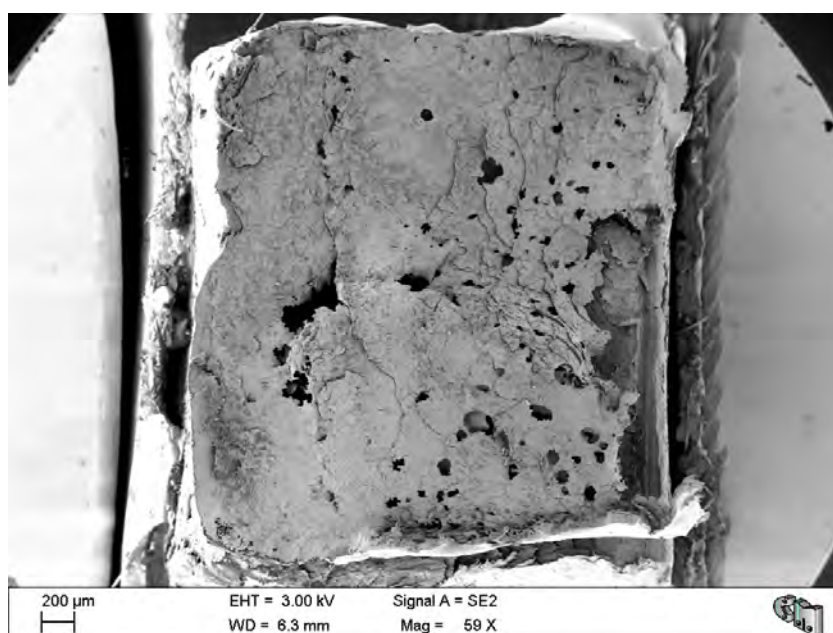




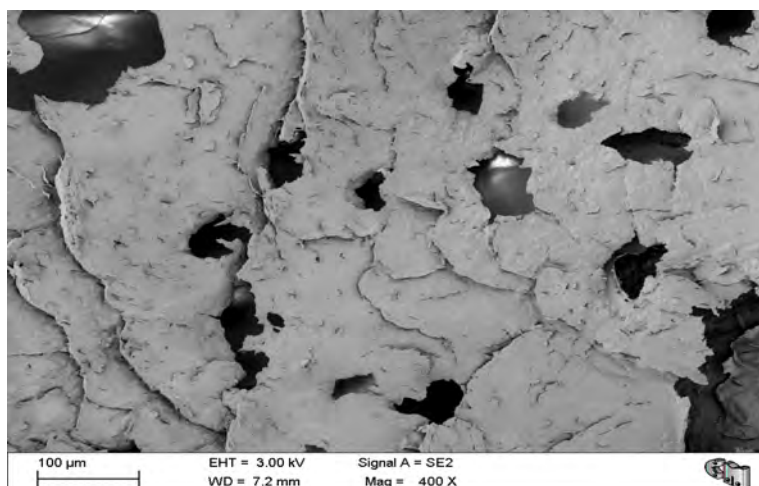
## 7.10.-ANÁLISIS FRACTOGRÁFICO DEL MOWILITH® DS 5/2 (ADH. 8)

### SIN ENVEJECIMIENTO

Este adhesivo, a diferencia del PVA K40, no se adapta a la pasta. Se observa agrietado y al curar aparecen muchos huecos, como en el caso del Lascaux® 498 HV. Sin embargo no presenta grietas ni cuarteamientos ni arrastra cera (fig. 120). No es frágil pero muestra poco poder de adhesión (fig. 121), lo que concuerda con los ensayos mecánicos realizados con anterioridad.

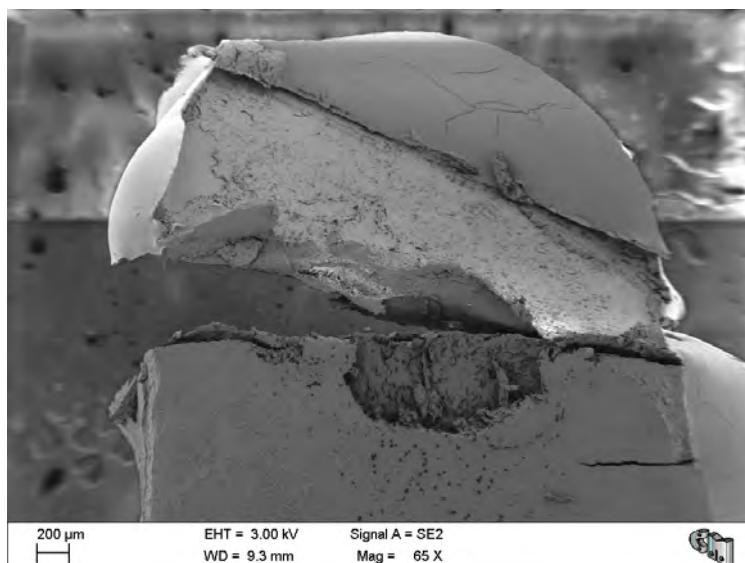


**FIGS. 120, 121.-** Arriba, vista general del resultado de la tracción de la pasta adherida con Mowilith® DS 5/2. No hay arrastre de cera, no resulta muy adhesivo. Tampoco frágil y al curar (imagen de abajo) se crean laminaciones y huecos.

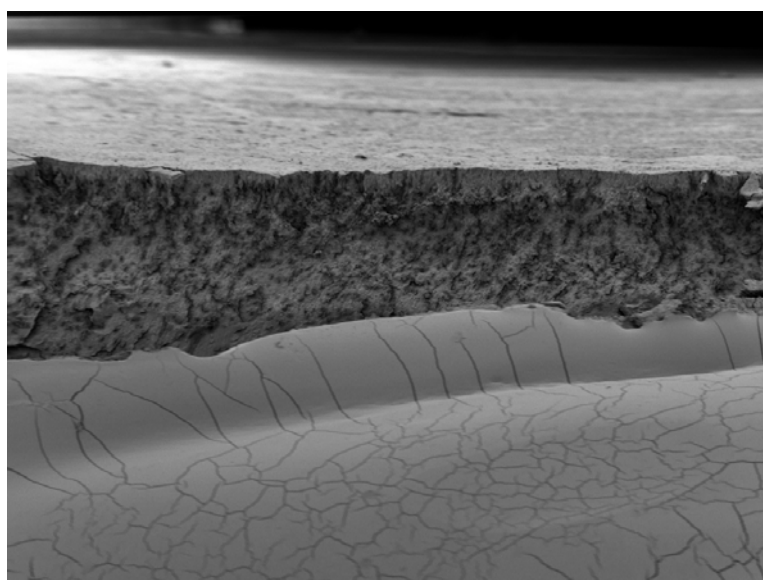


## CON ENVEJECIMIENTO

El Mowilith DS 5/2 es muy agresivo en relación a la pasta envejecida. Tanto que parte el fuste de la probeta en el proceso de tracción (fig. 122). Por otra parte, se muestra frágil y cuarteado (fig. 123).



**FIGS. 122, 123.**-Arriba, fuste de la probeta envejecida fracturado, vista transversal. Abajo, muestra de la fragilidad de este adhesivo para esta pasta cerosa envejecida.



## **7.11.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBSERVADOS POR SEM Y CONCLUSIONES**

De todo el análisis anterior, se puede afirmar que:

1. El PVA (acetato de polivinilo) resulta re-tratable en la adhesión de la pasta cerosa objeto de estudio envejecida y sin envejecer. Además, es soluble en agua, por lo que no afecta a la cera, con lo cual cualquier residuo sería muy fácil de retirar. Esto coincide con la larga tradición y buenos resultados que se han obtenido a lo largo de la historia de la adhesión de ceras con el mismo, dado que ya en el año 1971 Murrel lo utilizaba, así como Besnainou en el 1984 o, actualmente, la prestigiosa restauradora italiana de ceroplástica Dal Forno<sup>34</sup>. Ahora, con estos experimentos, demostramos científicamente los fundamentos, de acuerdo con la física de materiales, que corroboran su óptimo resultado como adhesivo de pastas cerosas. Es el único en el que microscópicamente no se observaron grietas lo que indica su buena flexibilidad, de hecho, gracias a ella, se percibe un mojado muy bueno de la superficie de pasta cerosa.
2. Lang en sus estudios de tracción del año 2011 recomendaba el Lascaux® 498 HV como adhesivo para objetos compuestos por pastas de cera parafina y Japón<sup>35</sup>. Para nuestro caso de estudio, esto es, pastas de cera de abejas virgen, queda demostrado científicamente, a nivel microestructural, que, dada su alta fragilidad sólo es apto para realizar adhesiones en zonas dañadas de poca entidad. Es importante señalar su buen comportamiento en relación a su re-tratabilidad en la pasta de cera que conforman los modelos a estudio tanto envejecida como sin envejecer.

---

<sup>34</sup> Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», 105. Besnainou, *Cire et cires...*, 56, 57. Dal Forno, *La ceroplastica...*, 82, 83.

<sup>35</sup> Lang, «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests», 8-15.

3. En relación al Evacon® R, la ventaja de este acetato de vinilo-etileno frente al PVA es que presenta un pH neutro, lo que nos interesaba en la investigación dado que el acetato de polivinilo es ácido y podría interaccionar con la cera original. Su mojado no es homogéneo y no tiene una buena adhesividad. Es más cubriente que el Lascaux® 498 HV, pero mucho menos que el PVA. Resulta frágil. Se concluye que tiene una re-tratabilidad inferior al PVA y al Lascaux® 498 HV en la pasta cerosa envejecida y sin envejecer.
4. Nos interesaba estudiar el adhesivo vinílico Vinavil® 59, porque al igual que el Evacon® R es de pH neutro frente al PVA, lo que implica que, al no ser ácido, no alteraría la pasta original, aun cuando ésta envejecida se acidifica. No es reversible cuando la pasta cerosa objeto de estudio no está envejecida pero presenta muy buena re-tratabilidad en la misma pasta envejecida.
5. En cuanto al Mowital® B 60 HH muestra el mismo comportamiento en relación a su reversibilidad frente a la pasta cerosa que el Vinavil® 59: es irreversible cuando ésta no está envejecida pero reversible cuando ésta se envejece.
6. El PVA K40 es uno de los adhesivos que más poder de unión muestra en la pasta envejecida y sin envejecer, probablemente porque se aplica sobre la misma en caliente; sin embargo es irreversible para esta pasta cerosa y nada flexible.
7. Como el PVA, aunque en mucha menor medida, el Mowilith® DS 5/2 parece re-tratable y flexible para esta pasta cerosa envejecida y sin envejecer. Sin embargo, en conjunto, el estudio muestra que no adhiere bien las partes de cera cortadas, dado que su mojado no es nada homogéneo, y que no es resistente debido a que con la tracción se escama.



## **8.-ANÁLISIS GLOBAL DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos de tracción, se puede inferir cualitativamente cuales serán las mejores propiedades mecánicas deseables para los adhesivos a utilizar en los procesos de restauración:

$$E_{ADH} \ll E_{P11}$$

$$E_{ADH}^{ENV} \leq E_{ADH}^{SIN ENV}$$

$$S_{ADH} \ll S_{P11}$$

$$S_{ADH}^{ENV} \leq S_{ADH}^{SIN ENV}$$

Con estos criterios se pretende evitar el daño en el material céreo base a restaurar, así como facilitar la reversibilidad de la intervención, en caso de ser ésta necesaria.

Por otro lado, hay que tener en cuenta la evolución de los materiales y adhesivos con el tiempo. Un material, inicialmente apto, que se degrade de forma muy rápida, dejaría de ser interesante, pues sería incapaz de cumplir la función para la cual se ha seleccionado.

Recapitulando y analizando la extensa información obtenida de los ensayos realizados, en la fig. 124 se muestra esquemáticamente el comportamiento del adhesivo con pasta cerosa y los mecanismos de deformación, despegue y rotura, relacionándolos con curvas Tensión – Deformación tipo.

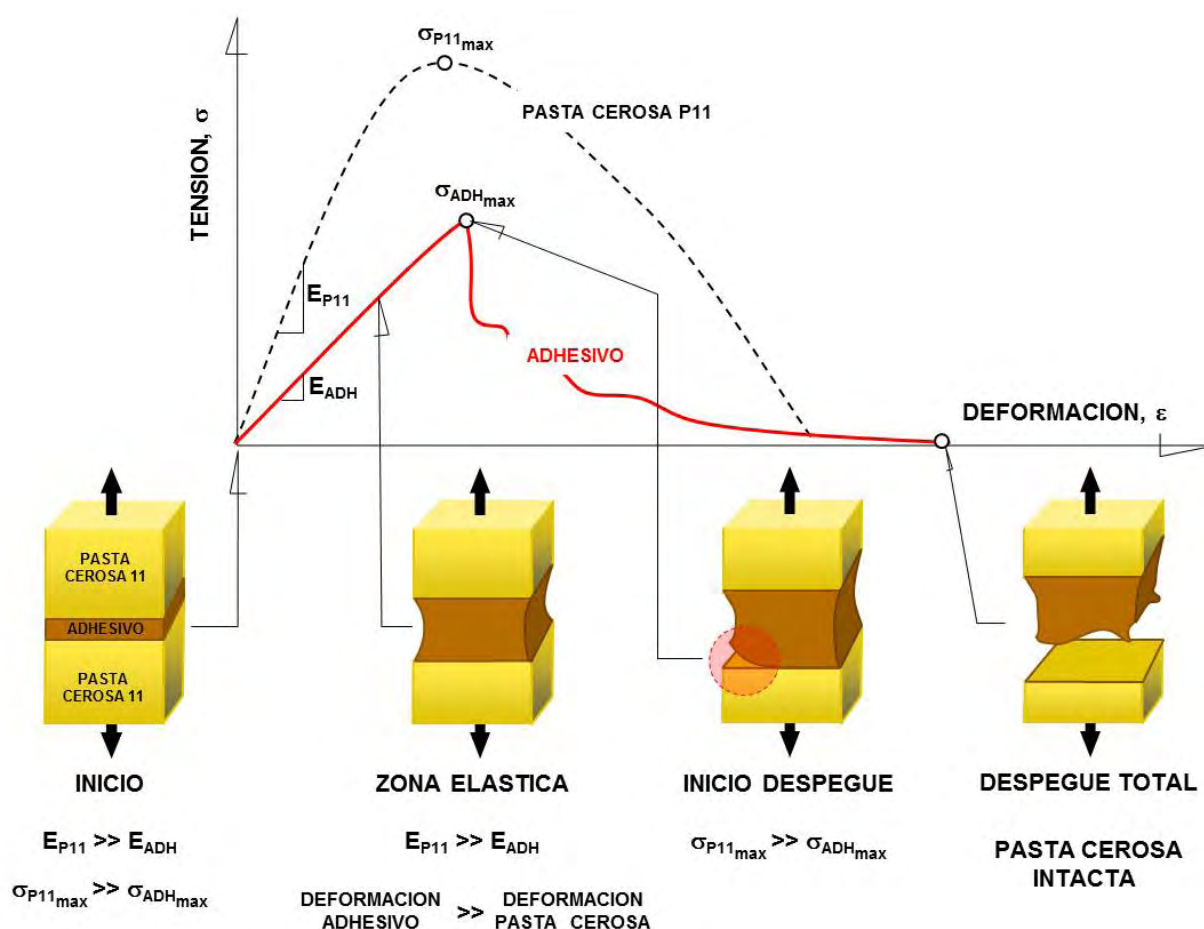


FIG.-124- Representación esquemática de los procesos de deformación, despegue y rotura en los ensayos de tracción.

Desde el inicio y durante toda la zona elástica, la tensión aumenta de forma casi lineal en el conjunto pasta cerosa-adhesivo, pero la deformación es mucho mayor en el adhesivo al tener un módulo elástico mucho menor, tanto con pasta sin envejecer como envejecida.

El inicio del despegue se produce para el valor de tensión máxima de adhesión del producto analizado, y habitualmente esto se origina en algunos de los bordes de la probeta (figs. 25, 29, 32). Esto es debido a que son puntos de heterogeneidad y de acumulación de defectos. Además, como esta tensión es mucho menor que la de la pasta cerosa, es de esperar que, en general, ésta quede intacta. A partir de este momento se produce el desgarro progresivo de la capa adhesiva hasta el despegue total del adhesivo de la cera base.

Estos resultados han sido confirmados con las observaciones microestructurales y fractográficas realizadas por microscopía electrónica de barrido, lo que avala nuestra hipótesis macroscópica.

Aunque sería necesario mucho más trabajo para realizar aseveraciones con absoluta rotundidad –en especial en aquéllos casos en los que ha existido una gran dispersión de resultados o han sido pocos los que se han podido considerar como válidos-, la tendencia general de los datos obtenidos nos permite afirmar que los adhesivos más adecuados para las probetas de pasta original envejecidas son:

- **PVA.** Permite la adhesión de *piezas grandes* dado que presenta una tensión máxima de adhesión elevada y su degradación con el envejecimiento es pequeña. Su eliminación del material céreo base debería ser sencilla dado su bajo módulo de elasticidad, sobre todo envejecido.
- **LASCAUX® 498 HV.** Sólo admite la adhesión de *piezas pequeñas* dado que presenta una tensión máxima de adhesión relativamente baja y no sufre degradación con el envejecimiento, ésta es pequeña, más bien parece que aumenta. Su eliminación del material céreo base debería ser sencilla dado su muy bajo módulo de elasticidad.
- **VINAVIL® 59.** Permite la adhesión de *piezas grandes* dado que muestra una tensión máxima de adhesión elevada y su degradación con el envejecimiento es pequeña. Su eliminación del material céreo base debería ser sencilla dado su bajo módulo de elasticidad, sobre todo envejecido. Muestra unas características muy similares al PVA con la ventaja de que tiene un pH neutro.
- **MOWITAL® B 60 HH.** Admite como máximo la adhesión de *piezas de tamaño mediano* dado que presenta una tensión máxima de adhesión intermedia y su degradación con el envejecimiento es pequeña. Su eliminación del material céreo base debería ser sencilla dado su bajo módulo de elasticidad, sobre todo envejecido.

Todos ellos, para este caso particular, han resultado re-tratables, muy adhesivos, flexibles y estables. El resto de adhesivos se ha descartado bien por sus bajas propiedades o por su gran degradación frente al envejecimiento.

## CAPÍTULO IX

---

### SELECCIÓN DE UNA PASTA DE REINTEGRACIÓN. ESTUDIOS EXPERIMENTALES PARA LA COLECCIÓN *JAVIER PUERTA*





En una escultura de cera la continuidad material es imprescindible para conservar la resistencia física y mecánica de la pieza. Con el tiempo, los elementos constitutivos de las pastas para modelar, sufren transformaciones químicas que ocasionan la fragilidad de este tipo de objetos. Ello, unido a la acción de agentes de degradación externos - fundamentalmente las fluctuaciones bruscas en la temperatura ambiente-, conlleva la formación de fisuras y grietas, y, en caso extremo, la pérdida de material.

Una falta grave o numerosas faltas pequeñas, de tipo volumétrico, pueden suponer una distribución de esfuerzos y tensiones desigual en la obra, lo cual podría llegar a poner en peligro la estabilidad del conjunto. El tratamiento de todas estas pérdidas de materia original es esencial para el restablecimiento no sólo de la unidad estética, sino también del equilibrio estructural.

En el presente capítulo, a partir de las características y composición de la pasta cerosa original de los modelos elegidos para este estudio –las ceras anatómicas de la Colección de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid–, se va a estudiar, por medio de una serie de experimentos, cómo se podrían tratar sus lagunas volumétricas.

El objetivo final es llegar a seleccionar, de entre todos los posibles materiales, aquéllos que se adecúen mejor a las características técnicas y a las problemáticas de conservación de estas obras. Se partirá de una revisión sobre los estudios realizados por otros investigadores en la materia, y se continuará con una investigación de los materiales seleccionados para las pastas de relleno, teniendo en cuenta los rangos de fusión de las mismas y de la cera utilizada en origen por los artífices de las esculturas estudiadas. Seleccionadas las pastas propuestas de relleno más compatibles, se verificará, en maquetas-modelo no envejecidas y sometidas a envejecimiento artificial en cámara, la manejabilidad que presenta cada una de ellas, así como su re-tratabilidad tanto mecánica como físico-química.

## 1.- SINOPSIS SOBRE LAS TÉCNICAS DE REINTEGRACIÓN VOLÚMETRICA EN CERA

A partir de una exhaustiva investigación teórica sobre el tema (tabla 1), se establecieron una serie de premisas que han permitido determinar un protocolo específico de reintegración estructural para esculturas de cera.

**TABLA 1.-** Propuestas de reintegración volumétrica de lagunas estructurales llevadas a cabo por otros investigadores.

INVESTIGADOR	MATERIAL DE RELLENO PROPUESTO	INDICACIONES
Murrel, 1971 <sup>1</sup>	Cera de abejas blanqueada + cera de carnauba	Colocar la pasta sobre una base de tela de lino a nylon embebida en cera-resina
Besnainou, 1984 <sup>2</sup>	Cera de abejas virgen + cera de carnauba Cera de abejas + cera de espermaceti Cera de abejas + cera de polietileno Cera de abejas + cera candelilla Cera de abejas + cera del insecto de china	Crear refuerzos textiles de fibra de vidrio o de Nylon, embebidos en cera-resina dammar, como soporte de la pasta de relleno
Chiverches, 1991 <sup>3</sup>	Cera microcristalina	
Legorburu Escudero, 1995 <sup>4</sup>	1 parte de cera blanca de abejas + ½ parte de resina elemí + 5 partes de AW2 <sup>5</sup>	Previamente proteger la cera original con papel manila encolado a la misma con metil-celulosa. Retirar el excedente de pasta de relleno con trementina o tricloroetileno

<sup>1</sup> Vernon J. Murrel, «Some aspects of the conservation of wax models», *Studies in Conservation* 16 (1971): 101.

<sup>2</sup> Didier Besnainou, *Cire et cires: étude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation de œuvres céroplastiques* (Paris: Institut Français de Restauration des Ouvres d'Art, 1984), 56, 57.

<sup>3</sup> C. A. Chiverches, «La restauración de modelos de cera. Una solución para la reintegración de lagunas», *Pátina* 5 (1991): 22.

<sup>4</sup> María Pilar Legorburu Escudero, «Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y transcendencia del estudio en el resultado final según su composición y aplicación» (tesis doctoral, Universidad del País Vasco, 1995), 122, 123.

<sup>5</sup> Resina sintética de los laboratorios BASF, que puede sustituirse por la MS2<sup>®</sup> o la MS2A<sup>®</sup> de los laboratorios Howards. Legorburu Escudero, *Criterios sobre la reintegración...*, 123.

Ellis et al. , 1996 <sup>6</sup>	Pasta moldeable con las manos a base de un 65% de parafina + un 35% de cera de abejas blanqueada	Se adhiere a la laguna, tomada la impresión de la forma de la misma, con el adhesivo Jade® 403N
Fernández Berengué et al., 2001 <sup>7</sup>	90% de cera de abejas decolorada + 10% de cera carnauba	
Becchetti, 2007 <sup>8</sup>	75% de cera de abejas decolorada + 20% de resina dammar + 5% de cera carnauba	
Gabbriellini et al., 2008 <sup>9</sup>	Parafina	Preparar una base de gasa de seda cruda impregnada en parafina
Cordua et al., 2009 <sup>10</sup>	Cera de abejas blanqueada + resina de colofonia	Colocarla sobre una base de gasa de seda cruda impregnada en parafina
Federica Dal Forno, 2009 <sup>11</sup>	Pasta de cera moldeable a 34 °C	
Pradier, 2011 <sup>12</sup>	Cera Cosmoloid® Parafina 60/62 2/3 de Cosmoloid® + 1/3 de Parafina 50/52 Cosmoloid® y Parafina 50/52 al 50%	Proteger la cera original con Paraloid® B 72
Andreoni et al., 2013 <sup>13</sup>	Parafina Parafina + cera vegetal	Crear una base de tela encerada

<sup>6</sup> Shirley Ellis, Christopher Miller, Gillian Noseworthy, «The Conservation of Wax Models from a Medical Collection» Conference og Graduate Training Programs in Conservation, *Getty Research Institute* (1996): 46.

<sup>7</sup> Laia Fernández Berengué, Montserrat Pugès i Dorca, Alfons Zarzoso Orellana, «La restauración de una Venus anatómica de cera» (2001): 13.  
Acceso el 2 de noviembre de 2010, <http://www.museudelamedicina.cat/pdf/venus.pdf>

<sup>8</sup> Luca Becchetti, «I sigili di una pergamena duecentesca conservata all'Archivio Segreto Vaticano. Intervento di restauro e conservazione», *Kermes* 67-68 (2007): 38.

<sup>9</sup> Chiara Gabbriellini, Gabriella Nesi, Francesca Rosso, Laura Speranza, «Il restauro di un manufatto in cera del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Il Busto di bambino hidrocefálico eseguito da Luigi Calamai nel 1831», *OPD Restauro* 20 (2008): 230, 233.

<sup>10</sup> Maria Gracia Cordua, Giancarlo Lanterna, Lisa Lombardi, Rosanna Moradei, Mario Scalani, Laura Speranza, «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration», *OPD Restauro* 21 (2009): 48, 49.

<sup>11</sup> Federica Dal Forno, *La ceroplastica anatomica e il suo restauro. Un nuovo uso Della TAC, una possibile attribuzione a G. G. Zumbo* (Firenze: Nardini, 2009), 23, 82.

<sup>12</sup> Isabelle Pradier, «A corps ouvert: étude et restauration d'une cire anatomique florentine de la fin du XVIIIe siècle (Conservatoire d'Anatomie de Montpellier). Recherche sur les matériaux de comlement des objets en cire» (Mémoire de fin d'études, Montpellier, Institut National du Patrimoine, 2011), 93, 94.



Conviene puntualizar, una vez más, que cada colección y pieza ceroplástica presenta sus peculiaridades en cuanto a la pasta cerosa que las conforma, sus materiales constitutivos, las técnicas de elaboración y sus procesos de envejecimiento, por lo que siempre es recomendable proceder de manera individual.

## **2.-ANÁLISIS QUÍMICO DE LA COMPOSICIÓN DE LA PASTA CEROSA**

Con objeto de conocer en detalle los materiales empleados por los escultores que trabajaron en el gabinete madrileño del Real Colegio de Cirugía de San Carlos, se tomaron muestras de cada tipología de los modelos anatómicos y se procedió a su correspondiente análisis químico en el Laboratorio de Análisis Físico-Químico y Medioambiental del Instituto de Restauración del Patrimonio de Valencia (UPV)<sup>14</sup>. Se tomaron un total de 14 muestras.

### **2.1.-OBJETIVOS**

1.- Caracterización química de la materia orgánica mediante Espectroscopía FT-IR, Cromatografía de Gases/Espectrometría de Masas (GC/MS) y Pirólisis-Gases/Espectrometría de Masas (GC/MS), para la determinación de la naturaleza del material orgánico y la evaluación de su estado de conservación.

2.- Estudio morfológico y químico-mineralógico mediante Microscopia Electrónica de Barrido con Microanálisis de rayos-X (MO y SEM/EDX).

---

<sup>13</sup> Andreina Andreoni, Chiara Gabbriellini, Francesca Kumar, Francesca Rossi, Fulvio Simoni, Laura Speranza, Filippo Tattini, «Il restauro della Venerina del Museo di Palazzo Poggi di Bologna. Un intervento innovativo per la realizzazione di strutture di sostegno nelle opere in ceroplástica», *OPD Restauro* 23 (2013): 42-57.

<sup>14</sup> Estos análisis fueron elaborados como parte de los resultados obtenidos por el grupo de investigación dentro del proyecto *El Arte de la Ceroplástica Anatómica: Caracterización de materiales y metodología de actuación en conservación de colecciones de modelos anatómicos en cera*, dentro del Plan Nacional de Proyectos I+D (referencia HAR2009-10679).

## **2.2.-METODOLOGÍA**

Los materiales tomados se analizaron morfológicamente mediante un microscopio electrónico de barrido (SEM/EDX) marca JEOL, modelo JSM 6300 con sistema de microanálisis Link-Oxford-Isis, operando a 20 kV de tensión de filamento,  $2 \times 10^{-9}$  amperios de intensidad de corriente y distancia de trabajo de 15 mm. De manera paralela se obtuvieron espectros de rayos-X en zonas puntuales de las muestras que proporcionan información semi-cuantitativa acerca de su composición elemental. Para ello se adhirieron sobre un porta muestras de carbono y posteriormente se recubrieron de carbono-grafito. Con ello se adquirirían imágenes que permitían el reconocimiento morfológico.

Para el análisis mediante Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas, se tomó una pequeña porción de 0,5 mg de cada una de las muestras y se sometieron a un proceso de derivatización con un agente siliante. Obtenidos los derivados, éstos fueron extraídos con hexano e inyectados en el cromatógrafo para su separación cromatográfica e identificación a partir de sus correspondientes espectros de masas por comparación con los espectros de masas de las Espectrotecas NIST y WILEY.

## **2.3.-RESULTADOS**

Se ha determinado una presencia significativa de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), adicionada probablemente por los escultores durante el proceso de preparación de las pastas de cera para ajustarlas a requerimientos estéticos.

Asimismo, se detectó alguna partícula de silicato de magnesio (talco), aunque no se evidenció la presencia de cargas ni componentes inorgánicos en proporción importante.

El análisis espectroscópico confirmó la presencia mayoritaria de cera de abejas (fig. 1). La cromatografía de gases identificó una pequeña proporción de ácido palmítico; hidrocarburos con un número impar de átomos de carbono comprendidos entre C23-C31, siendo el heptacosano el más abundante (C27), relativos a la mencionada presencia

de cera de abejas como componente principal. Piramanos y abietanos que se asocian a la adición de una resina diterpénica de la familia de las pináceas. En concreto, la presencia de ácido palústrico, era indicativa de que se trataba de trementina de Estrasburgo, adicionada a la cera de abejas (fig. 2). Por último, señalar la presencia de ácidos grasos con número impar de átomos de carbono que indicó una posible adición intencionada de una grasa animal en el sustrato ceroso.

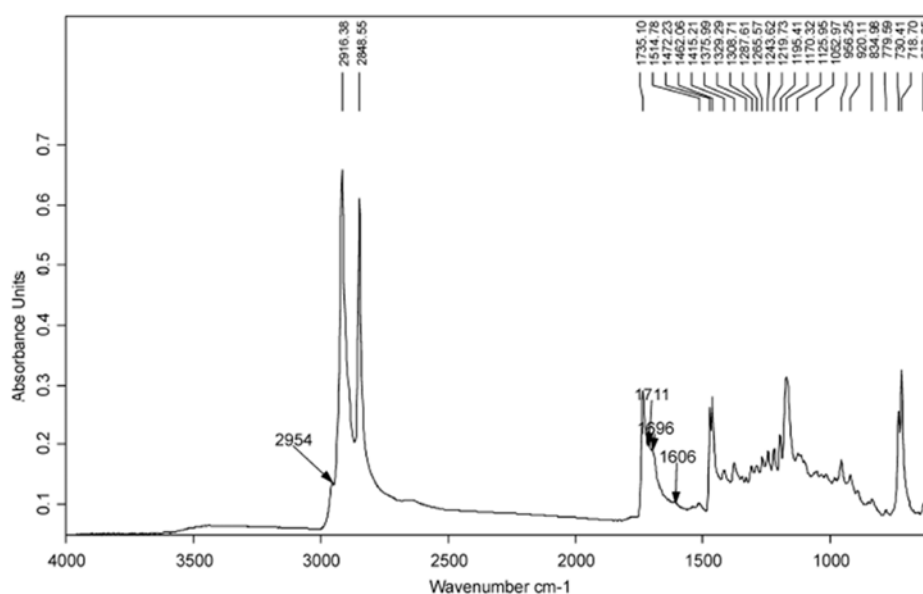


FIG. 1.- El análisis espectroscópico de las muestras ha confirmado la presencia mayoritaria de cera de abejas.

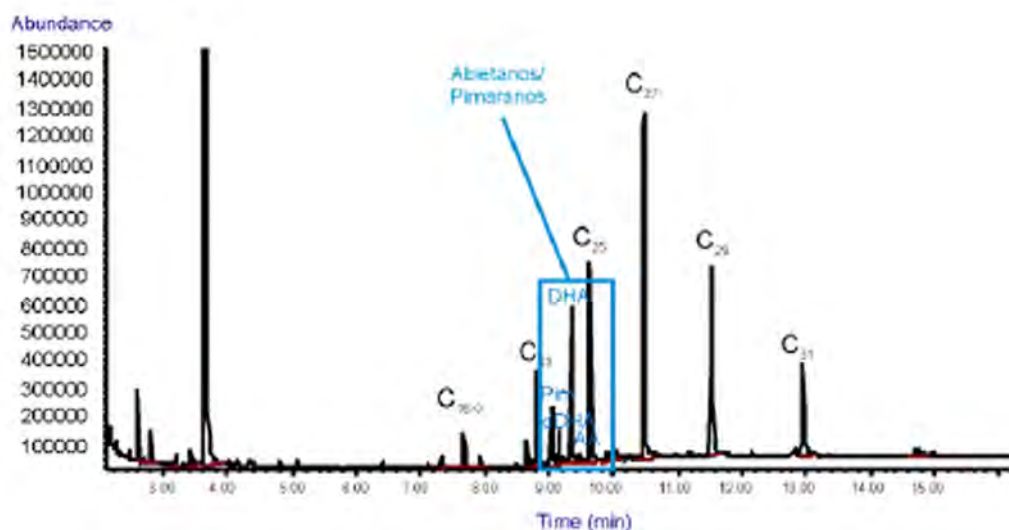


FIG. 2.- Cromatograma Pir-GC/MS. Piramanos, abietanos y algunos productos de oxidación localizados en las muestras analizadas se asocian a la adición de una resina diterpénica de la familia de las pináceas. La existencia en ellas del ácido palústrico determina que se trata de Trementina de Estrasburgo.

### **3.-PRELIMINARES: MEDICIÓN DEL INTERVALO DE FUSIÓN DE LA PASTA DE CERA ORIGINAL**

#### **3.1.- OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

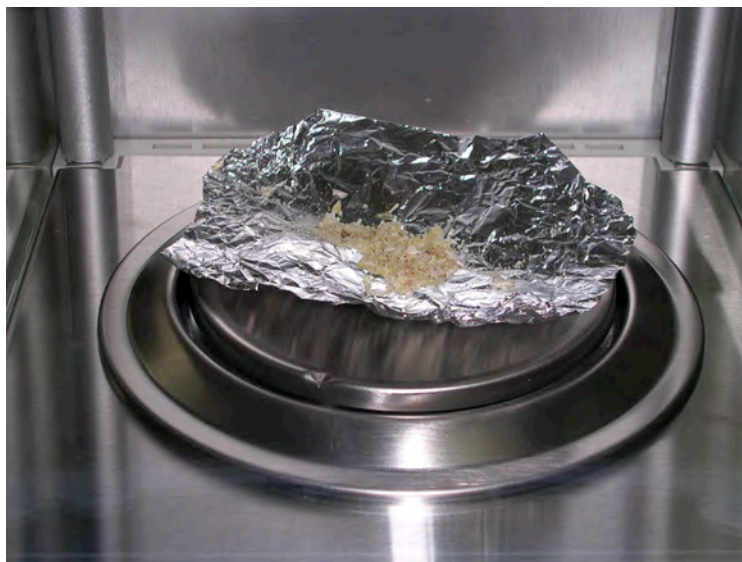
En entrevistas mantenidas con el Prof. Dr. A. del Moral, Catedrático de Física de la Materia Condensada en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, sobre los aspectos experimentales de esta parte de la Tesis, se insistió en que las ceras que se utilizaran como relleno, debían de tener rangos de fusión inferiores a los de la pasta original de los modelos anatómicos a estudio. De este modo, tal y como indican la mayoría de los investigadores ya mencionados, al rellenar las lagunas existentes, el material original circundante no fundirá, esto es, no se verá alterado ni se deformará.

Así, como primer paso dentro del protocolo de reintegración volumétrica de una escultura de cera, se han de establecer las temperaturas de seguridad de trabajo. Para poder seleccionar, tal y como se ha indicado, materiales de relleno que no dañen la obra a restaurar.

El primer estudio experimental que se realizó, el 3 de mayo del 2012, en el laboratorio de la Catedrática en Magnetobiología M. J. Azanza, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza, llevó al análisis del intervalo de fusión de la pasta cerosa original de los modelos anatómicos pertenecientes a la mencionada colección madrileña.

Se tomaron un par de fragmentos originales, resultantes de partes rotas, de zonas poco comprometidas de las esculturas. Uno de ellos se seccionó a bisturí y en una balanza de precisión Denver Instrument SI 234, se pesó la muestra, sobre papel de aluminio (fig. 3), de 0.8564 gr. Se recomienda que ésta pese alrededor de 1 gr. para que las medidas sean significativas.

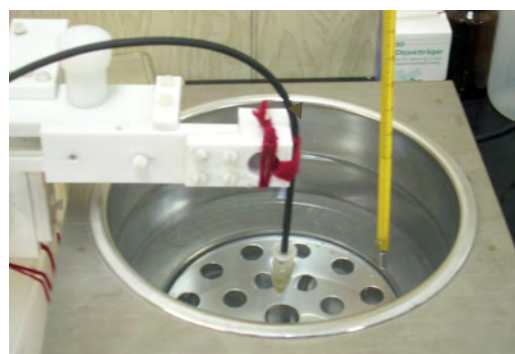
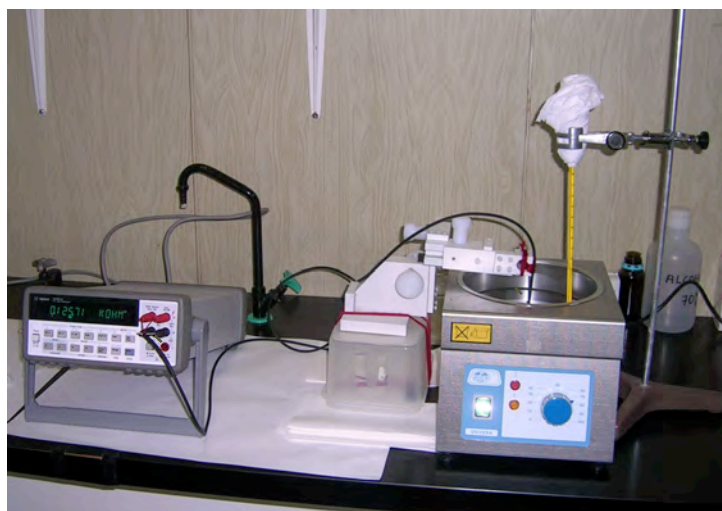
Se introdujo el material en una probeta de punta de plástico transparente, con objeto de que la cera fundiera en su interior para hacer la medida. El material de la probeta permitía en todo momento controlar la evolución de la pasta en su proceso de fusión.



**FIG. 3.-** Muestra de pasta de cera original deshecha a bisturí y su pesado en balanza de precisión.

Se dispuso la probeta así preparada en una estufa de baño maría P. Selecta Univeba con agua destilada. La temperatura del baño se controló con un termómetro de mercurio introducido en el mismo.

El intervalo de fusión se determinó tomando medidas con un termómetro eléctrico de punta de platino. Se revistió su cánula y se insertó en la muestra que iba fundiendo dado que debía estar en todo momento en contacto con la misma. Las medidas eran recogidas por un multímetro en forma de mediciones de resistencia que luego transformaríamos en temperaturas de fusión (figs. 4, 5, 6).



**FIGS. 4, 5, 6.-** (Arriba) Montaje del experimento y (abajo) detalles. A la derecha la probeta introducida en el baño maría para su fusión, a la izquierda el multímetro recogiendo las medidas.

Para medir la resistencia se ha usado el método de los 4 hilos, que permite determinar con exactitud la resistencia eléctrica  $R_t$  del elemento sensor de platino sin que influya en la lectura la resistencia de los cables.

Un Pt-100 es un sensor de temperatura que consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene una resistencia de 100 ohmios ( $\Omega$ ) y que al aumentar la temperatura también aumenta su resistencia eléctrica. Para medir las variaciones de resistencia se ha utilizado una sonda Pt-100 (de precisión 0.01 °C) y un multímetro Agilent 34401A (de

resolución 0.0001 ohmios). La equivalencia entre los valores de resistencia medidos y la temperatura en °C se determina usando la ecuación para la sonda Pt-100:

$$t = \frac{R_t - R_0}{\alpha R_0}, \quad (\text{ec. 1})$$

siendo,

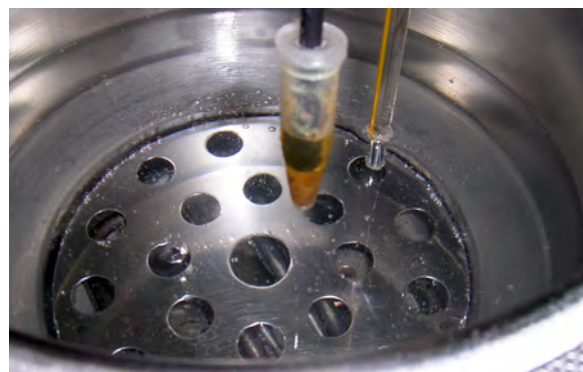
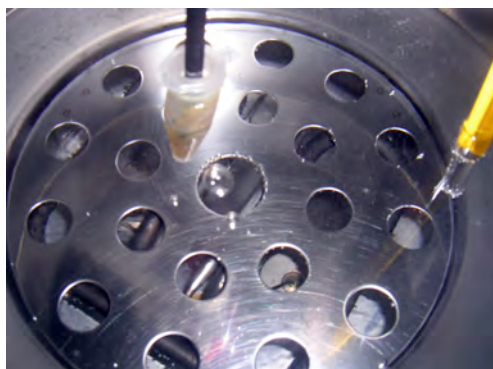
$t$  : temperatura (°C)

$R_t$  : resistencia en  $\Omega$  a  $t$  °C

$R_0$  : resistencia en  $\Omega$  a 0 °C (100  $\Omega$ )

$\alpha$  : coeficiente de temperatura de la resistencia, cuyo valor entre 0 °C y 100 °C es de 0.003850  $\Omega \times (1/\Omega) \times (1/^\circ\text{C})$ .

Durante las 2:30 h que duró el experimento (figs. 7, 8, 9), se tomaron un total de 153 medidas de las que se seleccionaron los 52 valores de resistencia más significativos acompañados de la temperatura que les corresponde según la (ec. 1).



**FIGS. 7, 8.-** (Izda.) Cera original en la probeta de medida introducida en el baño maría, al principio del experimento, sólida. (Dcha.) Al final del mismo completamente licuada.



**FIG. 9.-** Una vez vuelve a solidificar la pasta de cera original licuada, se observa un segundo fenómeno de separación por decantación en sus componentes, quedando la cera (amarilla) separada de la resina y los pigmentos (en color marrón al fondo).

### **3.2.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El resultado del experimento indicó que el intervalo de fusión de la pasta original de las piezas a estudio es de 57 - 85,5 °C, lo que significa que comienza a fundir a 57 °C y su fusión transcurre hasta que termina de licuarse por completo a 85,5 °C. Según ya se ha indicado, establecer este dato es fundamental para determinar el tipo de pasta de relleno que se vaya a utilizar en la reintegración estructural de las lagunas de estos modelos, dado que si el rango de fusión de dicha mezcla supera al de la original, existe una incompatibilidad entre los materiales, puesto que al reintegrar volumétricamente deformaríamos el objeto en cera y en consecuencia ocasionaríamos un daño irreversible.

## **4.-SELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE RELLENO**

### **4.1.-MATERIALES COMERCIALES**

A tenor de las propuestas realizadas por otros investigadores, y del análisis del intervalo de fusión de la pasta de cera original, se ha constatado que el material de relleno más adecuado es la cera. Para la elección de las pastas de cera apropiadas, y a partir de una metodología sistemática de experimentación, se han creado una serie de cuadros sinópticos que recogen las propiedades más interesantes de cada tipo de cera (tabla 2).



Nombre	<b>Cera de abejas natural</b>
Naturaleza	Natural animal. Segregada por las glándulas ceruminosas de la <i>Apis mellifica</i>
Composición	Ésteres de ácidos y alcoholes de largas cadenas, de 21-36 átomos de C, hidrocarburos saturados
Color	Amarillo claro a marrón claro
Propiedades	Buena plasticidad, cuerpo sólido a T ambiente, frágil a baja T, se reblandece por debajo de los 31 °C
Solubilidad	Insoluble en agua. Un poco soluble en alcohol frío. Soluble en alcohol caliente, hidrocarburos aromáticos (tolueno, xileno) y saturados
Compatibilidad	Se le pueden añadir cuerpos grasos y otras ceras (vegetales y minerales) formando interesantes pastas de relleno
Rango de fusión	62-64 °C (se reblandece a 30 °C)
Tg	31-33 °C
Índice de acidez	17-24 (aumenta con el envejecimiento)
Empresa	CTS
Forma del producto	Pieza en bloque sólido

Nombre	<b>Cera de carnauba</b>
Naturaleza	Natural vegetal. La exudan las hojas de la palmera <i>Copernicia cerifera</i>
Composición	80% ésteres de ácidos grasos, 10-15% alcoholes, 3-6% ácidos, 1-3% hidrocarburos
Color	Amarillo grisáceo
Propiedades	Alta dureza, frágil. Suele mezclarse con parafina para blanquearla. Es resistente a los cambios de temperatura. Brillante. Se mezcla con otras ceras para aumentar el punto de fusión, dureza y lustre
Solubilidad	En insoluble en disolventes a T ambiente, empieza a disolver a los 45 °C
Compatibilidad	Compatible con ceras animales, minerales y vegetales
Rango de fusión	84-91 °C
Tg	49-51 °C
Índice de acidez	2-6 (muy poco ácida, aumenta con el envejecimiento)
Empresa	CTS
Forma del producto	Laminillas

Nombre	<b>Cera de candelilla</b>
Naturaleza	Natural vegetal. Segregada por el arbusto <i>Euphorbia cerífera</i>
Composición	Alrededor de 50 % hidrocarburos saturados lineales de 31 átomos de C, cantidad baja de ésteres volátiles
Color	Naranja
Propiedades	Dura y quebradiza por contener grandes cantidades de resina, se utiliza para endurecer otras ceras sin apenas elevar el punto de fusión de la mezcla. Es resistente a los cambios de temperatura
Solubilidad	Insoluble en agua, poco soluble en alcohol, soluble en acetona, benceno, disulfuro de carbono, éter de petróleo caliente, las esencias, los aceites, la trementina, el cloroformo caliente y el tetracloruro de carbono
Compatibilidad	Compatible con las ceras animales, vegetales y minerales
Rango de fusión	66-71 °C
Tg	37-40 °C
Índice de acidez	11-19 (ligeramente ácida)
Empresa	CTS
Forma del producto	Escamas

Nombre	<b>Parafina</b>
Naturaleza	Natural mineral. Extraída por destilación fraccionada del petróleo
Composición	Hidrocarburos saturados lineales de 20-30 átomos de C
Color	Blanco, aspecto translúcido
Propiedades	Macrocrystalina, dura, frágil, rígida, de fusión neta, no adhesiva y poco viscosa, inodora
Solubilidad	Soluble en disolventes apolares como los hidrocarburos aromáticos y alifáticos
Compatibilidad	Compatible con las ceras animales, vegetales y minerales
Rango de fusión	56-58 °C
Tg	34-40 °C
Índice de acidez	0 (neutra) por lo que no interacciona con el metal
Empresa	CTS
Forma del producto	Pieza en bloque sólido

Nombre	<b>Ceras microcristalinas tipo Cosmolloid 80®</b>
Naturaleza	Natural mineral. Extraída por destilación fraccionada del petróleo
Composición	Hidrocarburos saturados de cadena lineal e hidrocarburos saturados ramificados y cíclicos, de 41-50 átomos de C
Color	Blanco
Propiedades	Blanda, plástica, flexible, adhesiva, viscosa, tenaz. Se retrae un poco cuando solidifica. Más dura y resistente a las variaciones climáticas que otras ceras naturales
Solubilidad	Insoluble en agua, poco soluble en alcohol, soluble en acetona, benceno, disulfuro de carbono, éter de petróleo caliente, las esencias, los aceites, la trementina, el cloroformo caliente y el tetracloruro de carbono; en general en hidrocarburos alifáticos y aromáticos
Compatibilidad	Compatible con las ceras animales, vegetales y minerales
Rango de fusión	75-86 °C
Tg	56-59 °C
Índice de acidez	0 (neutra) por lo que no interacciona con el metal
Empresa	CTS
Forma del producto	Perlas

Nombre	<b>Ozoquerita</b>
Naturaleza	Natural mineral. Procede de tierras bituminosas próximas a pozos de petróleo
Composición	Hidrocarburos saturados e insaturados, formados por al menos de 20 a 56 átomos de C y O <sub>2</sub> , con un cierto contenido en resina
Color	Blanca una vez purificada (Ceresina)
Propiedades	La ceresina suele mezclarse con parafina, es resistente a los ácidos y álcalis, se retrae más que la cera de abejas al solidificar y se vuelve más dura con el envejecimiento
Solubilidad	Soluble en cloroformo, benceno y esencia de trementina. En general es soluble en hidrocarburos aromáticos y clorados, e insoluble en alcohol
Compatibilidad	Compatible con las ceras animales, vegetales y minerales
Rango de fusión	60-80 °C
Tg	40-80 °C
Índice de acidez	0 (neutra) no interacciona con el metal

Nombre	<b>Poliethilenglicol (PEG)</b>
Naturaleza	Polímero sintético
Composición	Mezcla de hidrocarburos saturados e insaturados de 20-56 átomos de C o más
Color	Blanco
Propiedades	Puede presentarse líquido o más sólido a T ambiente (se le suele añadir alguna carga)
Solubilidad	Soluble en agua
Compatibilidad	Compatible con las ceras animales, vegetales y minerales
T de fusión	110 °C
Tg	-110 °C
Índice de acidez	0 (neutra) no interacciona con otros materiales como el metal

**TABLA 2.-** Principales propiedades de las ceras presentes en el mercado.

## 4.2.-CONSIDERACIONES PREVIAS

Estudiadas las propiedades de las principales ceras que existen en el comercio (tabla 2) y tras la consulta de fuentes documentales, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos ya señalados por otros investigadores:

1. La proporción de mezcla de dos componentes debe ser exclusivamente de 2/3 de cera de abejas y 1/3 de otra cera<sup>15</sup>.
2. Todas las ceras tienen que ser compatibles entre sí y sus mezclas garantizar el criterio de reversibilidad<sup>16</sup>.
3. No se aconseja utilizar mezclas de cera-resina (por ejemplo las ya estudiadas de cera de abejas con colofonia o resina dammar), porque tienen tendencia a volverse irreversibles con el tiempo. Por otro lado, al mezclar cera de abejas con

<sup>15</sup> Didier Besnainou, *Cire et cires...*, 56. Cordua et al., «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration», 56.

<sup>16</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 56.

una resina natural se produce una incompatibilidad dado que ambos elementos tienen un punto de fusión tan dispar que no es posible fundirlos conjuntamente<sup>17</sup>.

4. Las ceras carnauba y candelilla se decoloran al adicionar parafina o con carbón activo<sup>18</sup>. Además es preferible no usarlas por su fuerte coloración, lo que dificulta el proceso posterior de reintegración cromática de la laguna.
5. La cera de abejas blanca sola no muestra una buena estabilidad. Sometida a cámara de envejecimiento acelerado (T: 10-45 °C; HR: 50%; 1007 h; ciclos 48 h) se ha observado que, a partir de los 40 °C, se vuelve blanda y se deforma debido a que su Tg y su rango de fusión son relativamente bajos<sup>19</sup>.
6. La ozoquerita muestra una fuerte retracción como material de relleno y también el PEG, que tiende a volverse duro y frágil con el envejecimiento<sup>20</sup>.
7. La cera Cosmolloid 80®, la Parafina 60-62, la mezclas 2/3 de Cosmolloid® + 1/3 de Parafina 50-52 y la pasta a base de Cosmolloid® y Parafina 50-52 a partes iguales, parecen ser los materiales más estables y con mayores propiedades para ser empleados en tratamiento de relleno de pérdidas<sup>21</sup>.
8. Un compuesto de cera conocido como *Integrante 76*, es utilizado en restauración arqueológica a la hora de reconstruir las lagunas y pérdidas de material en piezas antiguas, desde cerámicas hasta esculturas en piedra. Es un producto que contiene cera virgen de abejas, aglutinantes como la parafina y la resina de colofonia y por último, óxido de zinc y yeso muy fino como materiales de carga inerte. Estos datos pueden servir de punto de partida para otra posible pasta a

---

<sup>17</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 56, 57.

<sup>18</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 71.

<sup>19</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 112.

<sup>20</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 112.

<sup>21</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 112-117.

estudiar. La tabla siguiente (tabla 3) muestra los componentes y proporciones necesarias para su elaboración<sup>22</sup>.

PRODUCTO ORIGINAL	PRODUCTO SUCEDÁNEO	PROPORCIÓN EN PESO
ESCAYOLA	YESO FINO	1000 g.
ÓXIDO DE ZINC	TALCO, CAOLÍN, YESO, ETC.	800 g.
CERA VIRGEN DE ABEJAS	CERA MICROCRISTALINA	325 g.
CERESINA <sup>23</sup>	PARAFINA	325 g.
RESINA DE COLOFONIA		50 g.
PIGMENTO EN POLVO	COLORANTES EN POLVO	de 5 a 400 g.

TABLA 3.- Integrante 76 de José Luis Navarro Lizandra

Este investigador añade que, en algunos casos, no es posible mantener las proporciones porque ciertos productos, tales como el alumbre y las cenizas, son susceptibles de aumentar la densidad del compuesto. En ese supuesto se reducirá la carga respecto de la masa aglutinante de cera y resina.

#### 4.3.-PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS Y MEDIDA DE SUS INTERVALOS DE FUSIÓN

A partir de todo lo expuesto, se han ensayado las siguientes pastas de relleno:

MUESTRA 1: Parafina 56/58

MUESTRA 2: Cosmolloid 80®

MUESTRA 3: 2/3 Cosmolloid 80® + 1/3 Parafina 56/58

MUESTRA 4: ½ Cosmolloid 80® + ½ Parafina 56/58

MUESTRA 5: 2/3 cera virgen de abejas + 1/3 Parafina 56/58

MUESTRA 6: 2/3 cera virgen de abejas + 1/3 Cosmolloid 80®

MUESTRA 7: 2/3 cera virgen de abejas + 1/3 cera de candelilla

MUESTRA 8: 2/3 cera virgen de abejas + 1/3 cera de carnauba

<sup>22</sup> José Luis Navarro Lizandra, *Maquetas, modelos y moldes: materiales y técnicas para dar forma a las ideas* (Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaime I, 2005), 94.

<sup>23</sup> La ceresina se obtiene al refinar la ozoquerita con procesos químicos de oxidación. Navarro Lizandra, *Maquetas...*, 88-89.

Las muestras se prepararon pesando la proporción adecuada de cada cera en una Balanza de Precisión Denver Instrument SI-234 (Máx. 230g., d= 0,1 mg.), en gramos (g). Posteriormente y por separado, se colocaron dentro de vasos de precipitados de Pyrex (resistente al calor) con el fin de introducirlas en una estufa Selecta Mod. 200, para que fundieran por completo a su rango de fusión específico. Una vez licuadas, se mezclaron en las proporciones indicadas y fueron vertidas así en soportes de silicona desmoldables y aptos para el calor.

El intervalo de fusión de cada una de estas probetas de pasta cérica se midió experimentalmente de modo idéntico al descrito para la muestra de pasta original. Las medidas se repitieron un total de 3 veces. Los resultados obtenidos se exponen en la tabla 4.

	MATERIAL 1	PROPORCIÓN	MATERIAL 2	PROPORCIÓN	INTERVALO DE FUSIÓN
MUESTRA 1	Parafina 56/58	1			56 °C
MUESTRA 2	Cosmolloid 80®	1			52-82 °C
MUESTRA 3	Cosmolloid 80®	2/3	Parafina 56/58	1/3	51,9 -62,3 °C
MUESTRA 4	Cosmolloid 80®	1/2	Parafina 56/58	1/2	51,9 -62,6 °C
MUESTRA 5	Cera de abejas virgen amarilla	2/3	Parafina 56/58	1/3	43,2 -64,9 °C
MUESTRA 6	Cera de abejas virgen amarilla	2/3	Cosmolloid 80®	1/3	62,1 -69,5 °C
MUESTRA 7	Cera de abejas virgen amarilla	2/3	Candelilla	1/3	54,9 - 65,5 °C
MUESTRA 8	Cera de abejas virgen amarilla	2/3	Carnauba	1/3	63,1 - 69,9 °C

**TABLA 4.-**Pastas de relleno propuestas y medida de sus rangos de fusión específicos

#### **4.4.-ESTUDIO EXPERIMENTAL DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL**

Antes de comenzar el experimento, se procedió a efectuar una serie de fotografías macroscópicas de la superficie expuesta de cada una de las ocho probetas, con cámara Reflex digital y microscópicas con una Lupa Binocular Leica MZ 12 5, a 0.8 y 1.6 aumentos.

Este tipo de documentación visual se repitió, bajo los mismos parámetros, al terminar su envejecimiento acelerado en cámara, para poder confrontar los estados inicial y final de las mismas. De ese modo se pudieron registrar los cambios sufridos en las muestras.

La cámara de envejecimiento acelerado las sometía a radiación ultravioleta (UV) y por lo tanto, elevaba su temperatura. Este aparato está fabricado bajo la norma UNE 53-104-86. Presenta un carrusel de 4 tubos fluorescentes Ultraviolet-B TL 40W/12RS (Philips) con una distribución espectral de energía dentro del intervalo 260-390 nm. El máximo de emisión es de 0,80 W a 317 nm, con una radiación incidente sobre la muestra de 0,081 W/m<sup>2</sup> medida a 340 nm a una distancia de 10 cm.

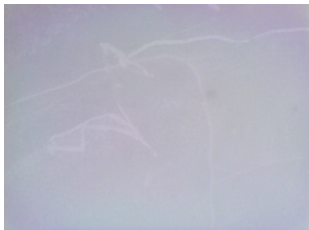
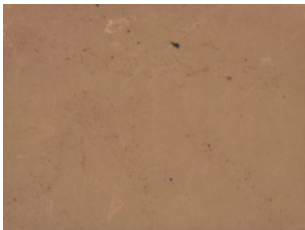
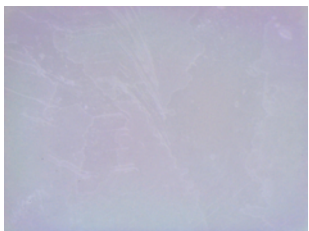
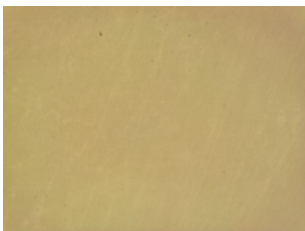




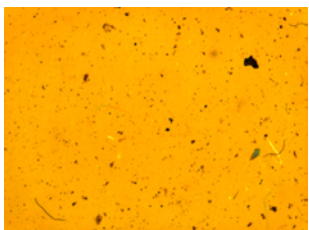
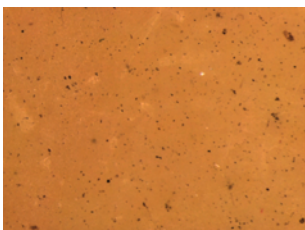
La Humedad Relativa (HR), constante en esta cámara, es un factor de degradación que no interesa porque las ceras y sus mezclas son estables frente a este parámetro dado que son materiales hidrófobos o impermeables. Las condiciones de envejecimiento fueron: exposición constante a radiación UV y temperatura constante de 30 °C - 35 °C. Se sometieron a ciclos de 140 h. y se fotografiaron y evaluaron a las 1.104 h que se consideró el punto final de la exposición en base a los estudios preliminares de envejecimiento de probetas de cera, los únicos que se han encontrado, de la investigadora Pradier<sup>24</sup>.


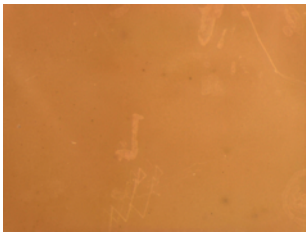
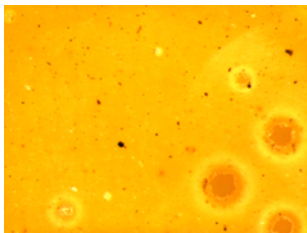
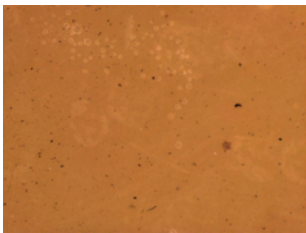


---

<sup>24</sup> Pradier, *A corps ouvert...*, 112.

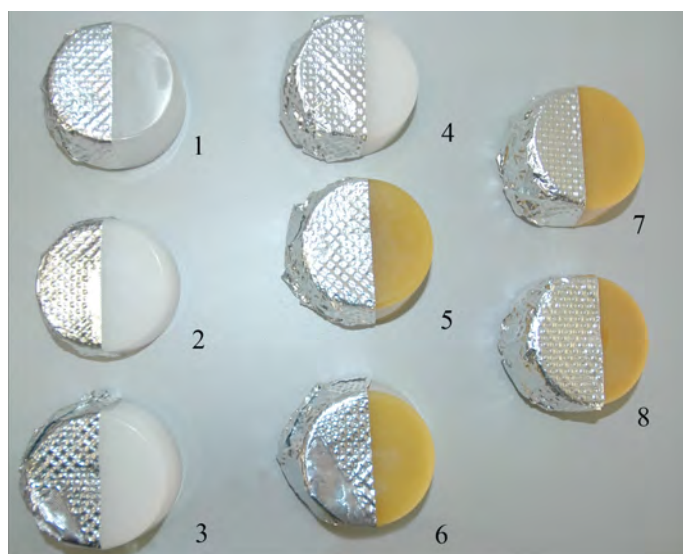


**TABLA 5.-**Resultados con aumento 1,6 x con lupa binocular Leica MZ 12 5: se presenta una confrontación por imágenes de los cambios experimentados por cada muestra en forma de tabla.

	Aspecto superficie sin envejecer	Aspecto superficie tras 1104 h de envejecimiento acelerado	Valoración
MUESTRA 1 Parafina 56/58			No sufre cambios estructurales Oscurece
MUESTRA 2 Cosmolloid 80®			No sufre cambios estructurales Oscurece
MUESTRA 3 2/3 Cosmolloid 80®+1/3 Parafina 56/58			No sufre cambios estructurales Oscurece
MUESTRA 4 1/2 Cosmolloid 80® + 1/2 Parafina 56/58			No sufre cambios estructurales Oscurece
MUESTRA 5 2/3 Cera abeja virgen + 1/3 Parafina 56/58			No sufre cambios estructurales Oscurece

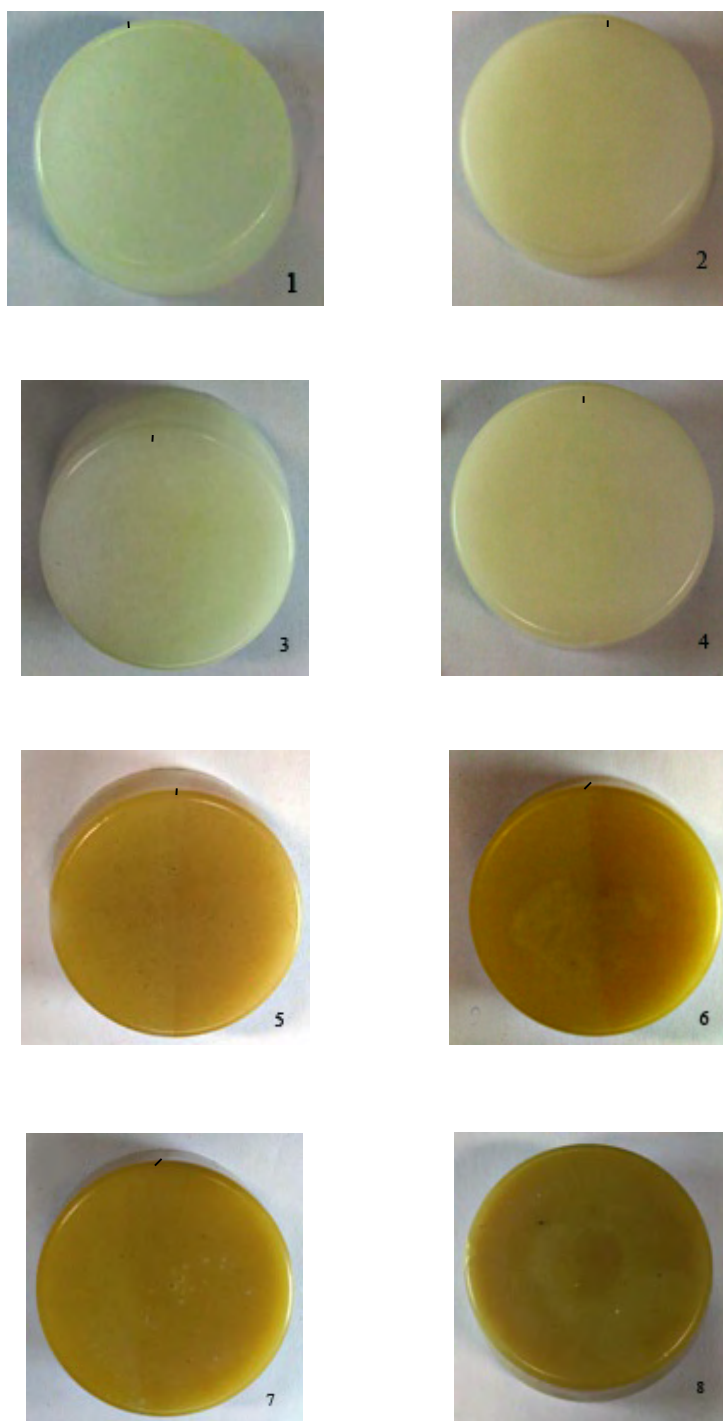
<p>MUESTRA 6 2/3 Cera abeja virgen + 1/3 Cosmolloid 80®</p>			<p>No sufre cambios estructurales Oscurece</p>
<p>MUESTRA 7 2/3 Cera abeja virgen + 1/3 Candelilla</p>			<p>No sufre cambios estructurales Oscurece</p>
<p>MUESTRA 8 2/3 Cera abeja virgen + 1/3 Carnauba</p>			<p>No sufre cambios estructurales Oscurece</p>

Para poder estudiar si las maquetas experimentaban alguna variación al introducirlas en la cámara, una de sus mitades se cubrió con un material resistente al calor (fig. 10) aunque fue algo penetrado por los rayos UV. Sólo se observó un cambio de color a nivel de superficie, oscureciéndose (tabla 5). Macroscópicamente, esto resultó menos evidente (fig. 11).



**FIG. 10.-** Situación de entrada de las 8 probetas en la cámara.

**Fig.11.**-Situación de salida de las 8 pastas de cera de la cámara tras 1.104 h. de envejecimiento. Se ha marcado con una línea divisoria, que se ha hecho conforme a la realidad observada, el cambio de tono: a nivel macroscópico es casi inapreciable.



#### **4.5.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se exponen los principales resultados alcanzados en el transcurso de esta investigación:

- Dado que el rango de fusión de la pasta de cera original es de 57- 85,5 °C, y se busca una pasta de relleno que posea un intervalo de fusión inferior al mismo, se descartó la MUESTRA 2 (Cosmolloid 80®) al tener un rango de fusión muy similar a la primera, 52-82°C, que termina de fundir a una temperatura excesivamente alta. Asimismo, se eliminó la MUESTRA 8 (2/3 de cera virgen de abejas + 1/3 de cera carnauba) puesto que su intervalo de fusión: 63,1 - 69,9 °C, excede la temperatura a la que comienza a fundir (57 °C) la cera original. Se estima que ambas pastas de relleno podrían deformar y dañar los modelos anatómicos seleccionados en esta Tesis.
- En la MUESTRA 1, al solidificar la cera, se produjo una considerable contracción y merma de la misma. En estado sólido ésta resulta maleable con las manos a temperatura ambiente. Sin embargo, en el resto de las probetas no se observó retracción en las pastas cerosas al endurecerse. Tras estudiar este proceso de enfriamiento y consecuente solidificación de cada pasta propuesta, se consideró conveniente analizar más en profundidad la 1 y no descartarla por el momento. La retracción que sufre en contacto con el aire puede provocar una merma al reintegrar volumétricamente en sentido vertical, pero este problema podría subsanarse si se aplica por capas sucesivas con una espátula térmica. En este caso, se comenzaría a una T adecuada X y se bajaría paulatinamente a medida que el restaurador se fuese aproximando a la zona superior de la laguna. Conviene indicar que no se aprecia la misma tendencia a mermar en ninguna otra dirección.
- Los resultados obtenidos tras concluir el experimento de envejecimiento acelerado, llevaron a descartar las muestras 2, 3 y 6, porque sufren un amarilleamiento excesivo con el transcurso del tiempo, así como las 7 y 8 debido

a que resultan de partida oscuras frente a la cera original, a pesar de no amarillear apenas.

- Las pastas de relleno que muestran un mejor comportamiento en relación a su intervalo de fusión frente a la pasta original y a su proceso de envejecimiento, son las siguientes:

-MUESTRA 1: Parafina 56/58

-MUESTRA 3: 2/3 Cosmolloid 80® + 1/3 Parafina 56/58

-MUESTRA 4: ½ Cosmolloid 80® + ½ Parafina 56/58

-MUESTRA 5: 2/3 de cera de abejas virgen + 1/3 Parafina 56/58

- Una de las muestras que se piensa podría responder muy bien como pasta de reintegración estructural para estos modelos, la MUESTRA 5, contiene además de 1/3 de Parafina 56/58, 2/3 de cera virgen de abejas, aproximándose en su composición a las pastas originales donde predomina la cera de abejas virgen. Puede trabajarse, por lo tanto, con una pasta que incluya algún componente de la original siempre que no sea exactamente igual a ésta, sino sólo similar.

## **5-ESTUDIO EXPERIMENTAL MACROSCÓPICO DEL COMPORTAMIENTO Y COMPATIBILIDAD DE LAS PASTAS SELECCIONADAS CON LA PASTA ORIGINAL**

### **5.1.-CONSIDERACIONES PREVIAS**

Es preciso tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Para que la pasta de relleno sea compatible y estable, ha de ser resistente y flexible. Si es mucho más frágil que la pasta original de la pieza a restaurar, no se acomodará a los cambios dimensionales provocados por las leves contracciones y

dilataciones que ésta sufra con los cambios de temperatura ambientales. Una moderada resistencia combinada con una alta elasticidad es preferible a un material de relleno extremadamente fuerte y más rígido que la materia circundante.

- Además aquél, deberá experimentar un mínimo de retracción. Según Legorburu Escudero, un material con una contracción superior al 20% tendría que desecharse<sup>25</sup>.

## 5.2.-OBJETIVO Y METODOLOGÍA

En este estudio experimental se prepararon maquetas de pasta original reservando una zona, que simulaba una laguna, para ser tratada con los materiales de relleno elegidos en el experimento anterior: MUESTRAS 1, 3, 4 y 5. Las nuevas maquetas de ensayo son las siguientes:

- MAQUETA 1 (1) reintegrada con Parafina 56/58
- MAQUETA 3 (1) reintegrada con pasta de 2/3 Cosmolloid 80® + 1/3 Parafina 56/58
- MAQUETA 4 (1) reintegrada con pasta ½ Cosmolloid 80® + ½ Parafina 56/58
- MAQUETA 5 (1) reintegrada con 2/3 cera abejas virgen + 1/3 Parafina 56/58

Estas fueron las maquetas que se recrearon con pasta original sin envejecer + pasta de reintegración sin envejecer porque sólo iba a estudiarse macroscópicamente el comportamiento del conjunto.

Para la recreación, más aproximada posible, de la pasta cerosa empleada en los modelos anatómicos a estudio, se partió del recetario de Bonélls y Lacaba<sup>26</sup> donde se indican las proporciones de cada uno de los materiales:

---

<sup>25</sup> María Pilar Legorburu Escudero, «Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y transcendencia del estuco en el resultado final según su composición y aplicación», (tesis doctoral, Universidad del País Vasco, 1995), 110.

6 partes de cera de abejas virgen

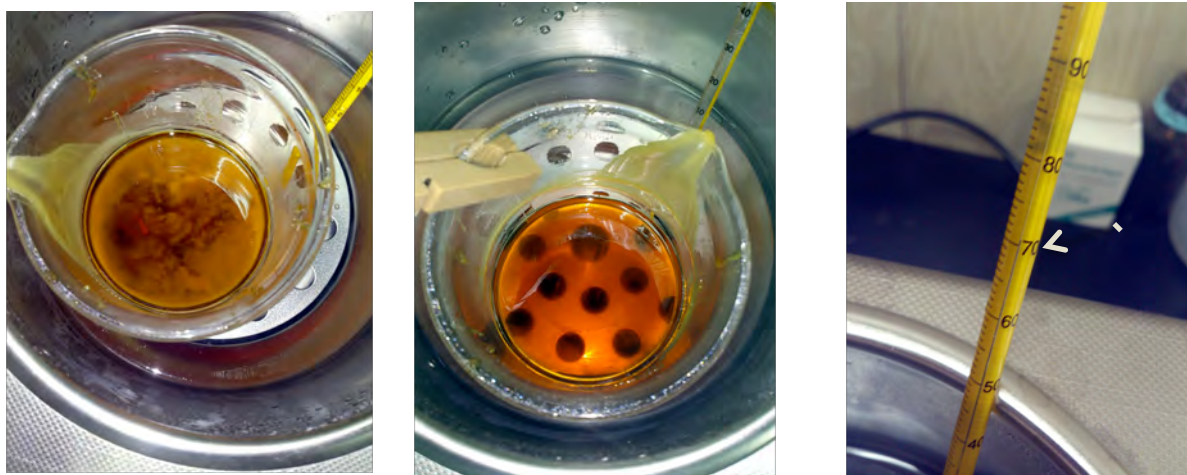
3 partes de Trementina de Venecia

1 parte de manteca de cerdo blanca y purificada

Se trabajó en volúmenes. La Trementina de Venecia es un líquido viscoso y la cera de abejas virgen y el sebo se licuaron en estufa de calor INVESTER 200 Pselecta, por separado. Para cada muestra-modelo se han utilizado: 30 ml de cera de abeja virgen licuada, 15 ml de Trementina de Venecia y 5 ml de sebo de cerdo purificado licuado.

Posteriormente, se empleó una cantidad mayor de estos componentes, proporcional a los datos dados, a fin de preparar maquetas suficientes que fueran de utilidad para este experimento y el de re-tratabilidad, que se verá a continuación.

Todas estas sustancias se vertieron en un matraz grande al baño maría en estufa de baño UNIVEBA Pselecta a 70-80 °C y se mezclaron bien removiendo con varilla metálica hasta obtener un líquido de aspecto uniforme (figs. 12, 13, 14).



**FIGS. 12, 13 y 14:** proceso de recreación de la pasta original del recetario de Bonélls y Lacaba.

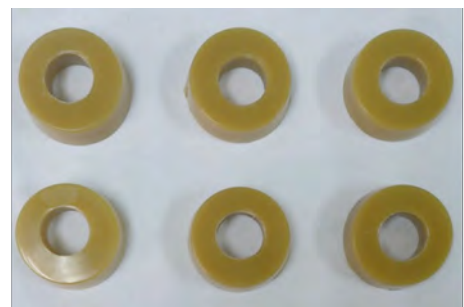
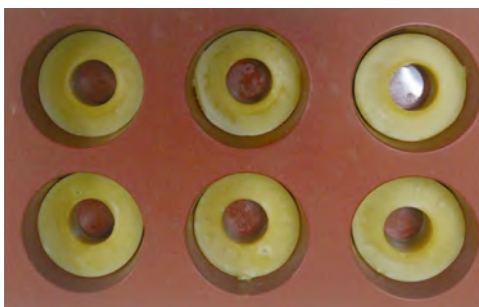
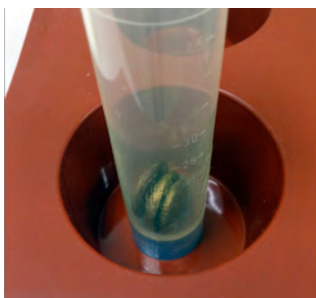
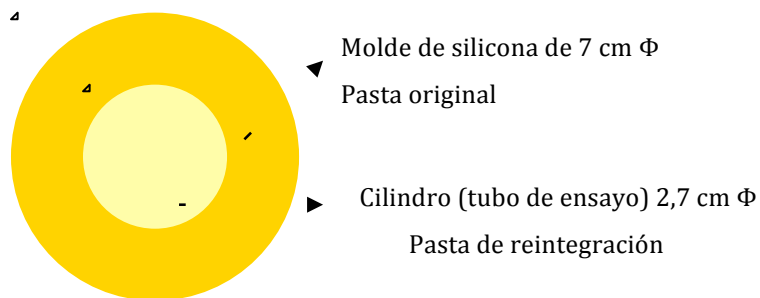
---

<sup>26</sup> Jaime Bonélls e Ignacio Lacaba. *Curso completo de anatomía del cuerpo humano* (Madrid: en la oficina de Don Francisco Martínez Dávila, impresor de Cámara de S. M., 1820. Tomo V), 305.



Las maquetas mencionadas se prepararon en moldes de silicona circulares que tuvieran en su centro, cada uno, un espacio vacío que las recorriera por entero, para simular una falta-laguna. Ello se consiguió al reservar un espacio central con tubos de ensayo de plástico termoestable, en cuyo interior se colocó un peso para evitar que se movieran. Se les aplicó vaselina pura en la zona de contacto con la pasta original para facilitar su desmolde sin romper la pieza. La pasta de cera original recreada se vertió licuada en cada uno de los moldes. Se dejaron secar 24 horas y los cilindros se retiraron sin problema alguno. De esta manera se logró simular una porción de pasta de cera original con una laguna idéntica y bien definida en el centro de todas las maquetas (figs. 15, 16, 17 y 18).

Maqueta modelo



**FIGS. 15, 16, 17, 18.-** Recreación de las maquetas modelo con lagunas idénticas en su parte central.



### **5.3.- EXPERIMENTO DE COMPATIBILIDAD Y OBSERVACIONES**

En la práctica, la pasta de relleno se fundió al baño maría y no en estufa, debido a que ésta no permite actuar a una temperatura de precisión y se necesitaba controlar este proceso al máximo para no superar el rango de fusión de la pasta original. Por ello, se prepararon las pastas 1, 3, 4 y 5 al baño maría. De esta manera, se emulaba el proceso de reintegración sobre el modelo real en el taller. Interesaba observar si fundían bien con este método y si la fusión mantenía el rango de temperaturas medido para cada caso, de forma que la pasta-modelo no corriera riesgo de deformarse.

#### **MAQUETA 1 (1): pasta original sin envejecer reintegrada con pasta 1 (Parafina 56/58)**

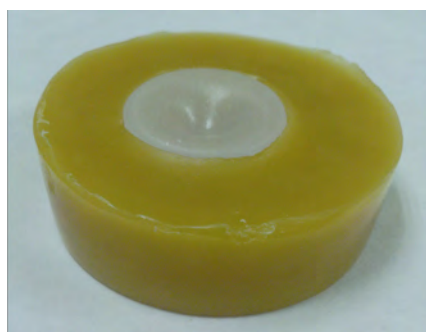
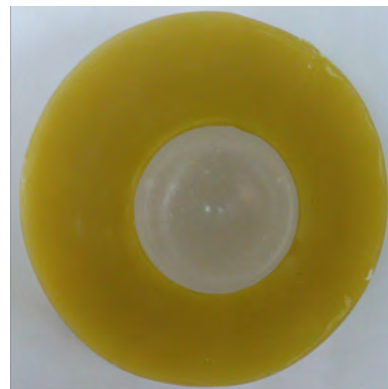
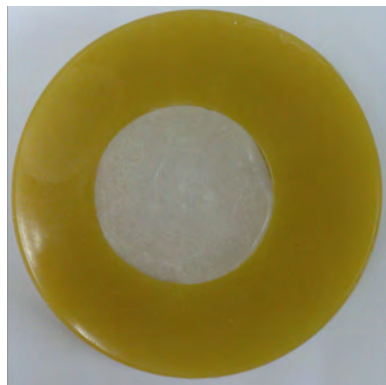
En un matraz se dispuso al baño maría Parafina 56/58. Se sabe, por mediciones previas, que empieza a fundir a 56 °C (la pasta original empieza a hacerlo a 57 °C, temperatura aproximada de fusión de la pasta original recreada). Se observó macroscópicamente que reblandece a T=51 °C del baño y a T=55 °C empieza a fundir; se ayudó al proceso removiendo con una cuchara de plástico termoestable. El baño subió a T=56 °C y el material fue ablandándose lentamente. Se hizo, poco a poco, para controlar la temperatura en todo momento. Una vez licuada por completo fue vertida en el hueco-laguna central. No se puede prever cuánta Parafina 56/58 sólida se ha de fundir para rellenar la laguna porque al licuarla su volumen se reduce muchísimo, de modo que se optó por reintegrar por capas hasta rellenar todo el espacio. Se dejó secar 24 h.

#### **OBSERVACIONES EXPERIMENTALES:**

1. La temperatura de inicio de fusión de este posible material de relleno es de 56-57 °C, sin embargo, se llegó a la conclusión de que la temperatura idónea de trabajo del baño ha de ser de 58-59 °C, porque si no la zona superficial no licua bien, la pasta sólo está templada y no da tiempo de añadirla y reintegrar estructuralmente la falta. Téngase en cuenta que la temperatura del baño es superior en unos grados a la temperatura de la pasta de cera en el interior del

vaso de pírrex. La parafina ha de estar por completo líquida y ser transparente. Se aconseja preparar un volumen grande.

2. Hay que reintegrar por capas.
3. La pasta de cera original no se reblandeció ni sufrió modificación alguna.
4. La parafina 56/58 merma en superficie al secar. No lo hizo en el anverso de la maqueta (fig. 19), lo que indica que no lo haría en el interior del modelo anatómico de cera. Sólo ocurre en el reverso (figs. 20, 21, 22), lo que ocasiona la formación de una depresión homogénea. Por ello, es recomendable trabajarla por estratos.
5. Formó cuerpo con la pasta original sin mezclarse con ella y resultó absolutamente compatible con la misma. Es muy estable. No sufrió merma ninguna en las paredes de contacto con la pasta original.



**FIGS. 19, 20, 21, 22.-** De izquierda a derecha y de arriba abajo. Maqueta 1 (1) Anverso. Reverso vista cenital. Reverso vista oblicua donde se observa la merma que se ha descrito.

**MAQUETA 3 (1):** pasta original sin envejecer reintegrada con la pasta de relleno 3 (2/3 de Cosmolloid 80® + 1/3 de Parafina 56/58)

La pasta de reintegración volumétrica 3 tiene un intervalo de fusión, estudiado con anterioridad, de 51,9 - 62,3 °C y la pasta original comienza a fundir a 57 °C.

Se puso en un matraz al baño maría y se observó que a 56 °C de baño era una mezcla que ofrecía una buena manejabilidad aunque no estuviera completamente fundida. Se reintegró de esta manera pero no fue viable, se solidificaba al ir a aplicarla y se observó que no rellenaba bien la laguna.

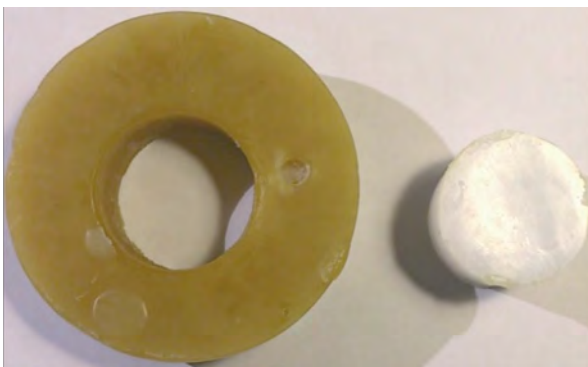
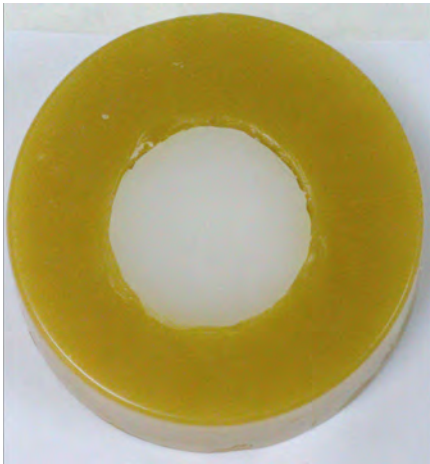
Se subió la temperatura del baño a 65 °C y con ello la pasta se tornó más fluida. Aunque no se consiguió que estuviera del todo fundida, se hizo una prueba de reintegración estructural con la misma. El resultado mejoró, pero la pasta 3 seguía siendo muy difícil de aplicar.

#### OBSERVACIONES EXPERIMENTALES:

1. No se puede trabajar con la pasta 3 completamente fundida porque se llega a una temperatura de peligro para el original. Lo óptimo es utilizarla con el baño a 65 °C, aunque no haya llegado a fundir del todo. Se aplica en este estado maleable y se va ejerciendo una cierta presión con el utillaje. Se considera adecuado que rebasa unos milímetros por encima de la laguna, dado que al secar se puede proceder a su nivelación o enrasado de superficie por medios mecánicos. En estas condiciones no reblandeció la pasta origen ni se fundió con ella.
2. Merma en superficie, al entrar en contacto con el aire, pero del modo descrito en el caso anterior de la pasta 1; esto se podría remediar si se extiende la masilla de relleno por capas.
3. No contrae en el anverso de la probeta (fig. 23) pero como se ha de ejercer una ligera presión, existe la posibilidad de poder producir daños internos. Se concluye que esto no se podría remediar con espátula térmica, fundiéndola ya

dentro de la oquedad, porque se trabajaría a una temperatura de fusión que puede alterar la pasta original e impedir la reversibilidad de la operación.

4. Se observó que el principal problema de la pasta de relleno 3 es la tendencia a mermar en las paredes de contacto con la pasta original (fig. 24). En la maqueta 3 (1) la parte reintegrada se desmoldaba por completo (fig. 25). Esto no resulta en absoluto adecuado para el fin que se persigue.
5. Como ya se ha comentado, esta pasta presenta un importante inconveniente en relación a su temperatura de fusión al baño maría. No obstante, se continuó haciendo pruebas con la misma y se consiguió licuarla a una temperatura de baño de 84 °C, se dejó templar un poco y se vertió en la laguna. Lo curioso es que no funde la pasta original ni provoca alteración alguna en la misma. Pese a haber sido aplicada de una vez, presenta exactamente las mismas peculiaridades que se han descrito en los puntos anteriores.



**FIGS. 23, 24, 25.-** De arriba abajo y de izquierda a derecha: Probeta 3 (1) Anverso. Reverso. Prueba del desmolde completo de la parte reintegrada.

**MAQUETA 4 (1):** pasta original sin envejecer reintegrada con la pasta de relleno 4 (1/2 de Cosmolloid 80®+ 1/2 de Parafina 56/58)

La pasta de reintegración volumétrica 4 tiene un intervalo de fusión de 51,9 - 62,6 °C y la pasta original comienza a reblandecer a 57 °C. Al baño maría empieza a fundir a una temperatura de baño de 59 °C, pero se ha tenido que subir a 97 °C para que se licue del todo. El gran problema es que funde muy lentamente.

#### OBSERVACIONES EXPERIMENTALES:

1. A pesar de que en el experimento de medida de su intervalo de fusión la pasta 4 comenzaba a fundir a 51,9 °C, en bloque tarda mucho más en hacerlo. Resulta muy difícil licuarla y se llega a una temperatura de riesgo. Tal vez sería preferible trabajarla fundiendo con estufa de calor, pero como ya se ha indicado, este sistema no permite una regulación precisa de la temperatura de fusión de la pasta. No obstante, a pesar de que la temperatura del baño es alta, como ha ocurrido en el caso descrito de la anterior maqueta 3 (1), da la sensación de que la pasta mantiene una temperatura adecuada para su aplicación en obra, porque al extenderla fundida sobre la laguna no reblandeció la pasta original ni produjo modificación alguna en la misma.
2. Se observa merma en superficie, luego habría que rellenar en capas sucesivas.
3. No rellena bien la laguna, crea oquedades internas (fig. 26) y contrae de manera desigual en el interior de la misma. Hay zonas de sus bordes con los que entra bien en contacto y otras con las que no.



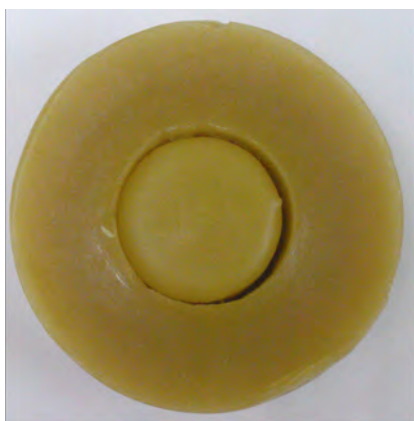
**FIG. 26.-** Reverso de la probeta 4 (1). El gran problema se halla cuando se observa desde el reverso: el pequeño agujero central indica una oquedad interior. Se repitió el experimento y volvió a producirse y, a pesar de que la imagen no lo muestre bien, en la zona de arriba a la derecha no entra en contacto con los bordes de la pasta original.

**MAQUETA 5 (1):** pasta original sin envejecer reintegrada con la pasta de relleno 5 (2/3 de cera de abejas virgen + 1/3 de Parafina 56/58)

La pasta 5 presenta un intervalo de fusión de 43,2 - 64,9 °C y la pasta origen comienza a fundir a 57 °C.

**OBSERVACIONES EXPERIMENTALES:**

1. La pasta 5 resulta muy fácil de licuar por completo a una temperatura de baño maría muy baja, de 43,2 °C exactamente, lo cual es idóneo porque admite un rango de trabajo muy amplio en el relleno volumétrico de lagunas a temperaturas diversas por debajo de la de fusión del material original. Se puede subir el baño a 56 °C y acelerar el proceso sin problema.
2. Forma cuerpo con la pasta origen pero no rellena bien la laguna (fig. 27). Se crean zonas buenas de contacto con bordes de la falta y otras no tanto. No obstante, presenta tantas ventajas en relación a su facilidad de manejo y coloración, que se concluye que es una posible pasta de relleno. Se decide continuar investigando sobre ella en el siguiente experimento antes de descartarla. La diferencia que nos conduce a ello estriba en que en las maquetas 3 (1) y 4 (1), en las que también se ha observado esta falta de adhesión a los bordes, la zona de relleno con la pasta nueva queda suelta, se mueve, y, en el caso de la 5 (1) esto no ocurre, sino que la pasta 5 (2/3 de cera de abejas + 1/3 de Parafina 56/58) queda perfectamente ajustada. Es probable que tal inconveniente pueda remediarse si se aplica en capas superpuestas.



**FIG.- 27.-** Resultados obtenidos al reintegrar con la pasta 5.

## **5.4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

1. En principio la pasta de reintegración más adecuada es la 1, Parafina 56/58 con gran diferencia frente a las otras tres. Pero se considera que se debería seguir experimentando con la 5 dada la baja temperatura de fusión a que puede trabajarse para la reintegración de las lagunas.
2. Tanto la pasta 1 como la 5 son fáciles de licuar al baño maría y permiten temperaturas de trabajo óptimas frente al original. Lo idóneo es aplicarlas por capas y la condición para que rellenen bien la laguna es que se trabaje con las mismas fundidas por completo.
3. Las pastas 3 y 4 se descartan. Las razones de ello son que la 3 se desmolda de la laguna y la 4 no admite un trabajo a temperaturas de seguridad frente a los modelos originales.

## **6.-ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA REVERSIBILIDAD MECÁNICA**

### **6.1.-OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

Con la intención de comprobar la reversibilidad de las pastas de relleno seleccionadas en el anterior experimento se ha propuesto la realización de maquetas que incluyeran una recreación del material original y del añadido con las pastas 1 (Parafina 56/58), y la 5 (2/3 cera de abejas virgen + 1/3 Parafina 56/58), escogidas (figs. 28, 38). Se envejecieron las maquetas ya reintegradas en la misma cámara de envejecimiento mencionada durante 1.104 h<sup>27</sup>, sometidas a radiación UV y a una T constante de 30-35 °C.

---

<sup>27</sup> El parámetro de extrae del único antecedente encontrado de envejecimiento de ceras publicado, en el estudio de Pradier, *A corps ouvert...*, 112-117.

A continuación, se estudió la nivelación mecánica para comprobar la reversibilidad del material frente a la cera original.

## **6.2.-EXPERIMENTO DE NIVELACIÓN MECÁNICA**

### **6.2.1.-REVERSIBILIDAD MECÁNICA EN LA MAQUETA DE CERA ORIGINAL RECREADA, REINTEGRADA CON LA PASTA DE CERA DE RELLENO 5 ENVEJECIDA 1.104 h**

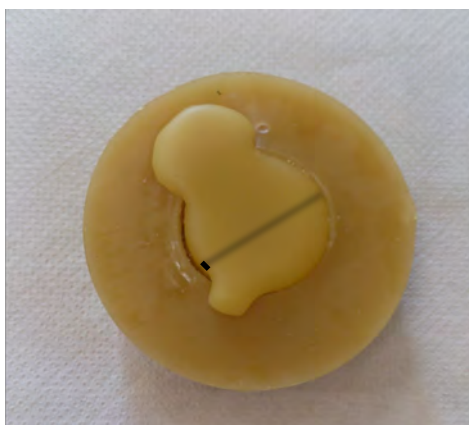
Se comenzó el enrasado de la superficie con bisturí de hoja nº 21 (fig. 29) bajo lupa binocular, se hacen laminillas finas con mucha precaución, colocando la herramienta paralela a la superficie recreada de pasta original. Suavemente, sin aplicar apenas fuerza y muy poco a poco (fig. 30).

Se probó a nivelar con escalpelo Talmed Inox CE LOT/58 y resultó más cómodo, porque, al ser la superficie de la cuchilla más roma que la del bisturí, ésta no se hinca y la pasta de relleno 5 se adhiere menos a la misma. Todo el enrasado se hizo en frío. Para retirar la cera sobrante se utilizaron unas pinzas finas de cirujano. Se recomienda ir cambiando la posición de las manos para que la cera del modelo original no se recaliente y deforme, como medida preventiva.

Todo el proceso de nivelación fue controlado de modo visual con luz rasante, y también de forma táctil con las yemas de los dedos. El escalpelo se aplicó en direcciones diversas y cuando se llenaba de cera bastaba con ir retirando con un papel por frotamiento o embebido en etanol. Es muy importante trabajar con la herramienta limpia para un buen resultado. Al ir aproximándose a la superficie de enrasado puede apurarse con un escalpelo más pequeño modelo Talmed Inox CE LOT/75.

Indicar que, la pasta de relleno rebosante del espacio de la laguna, a medida que se lamina, se va transparentando el borde original, lo que permite un gran control en el proceso (figs. 31, 32). Cuando se observa que esta capa es muy fina y que sobresale de la laguna se elimina con facilidad, dado que las pastas original y de relleno no forman cuerpo (figs. 33, 34, 35, 36, 37).





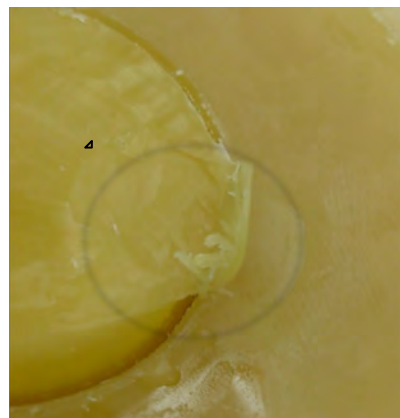
**FIG. 28.-** Estado inicial de la maqueta de pasta original reintegrada con la pasta de relleno 5 envejecida 1.104 h. La mitad de la misma se utilizó para el experimento de reversibilidad mecánica y la otra mitad se reservó para el de reversibilidad físico-química. Se ha marcado la divisoria con una línea negra.



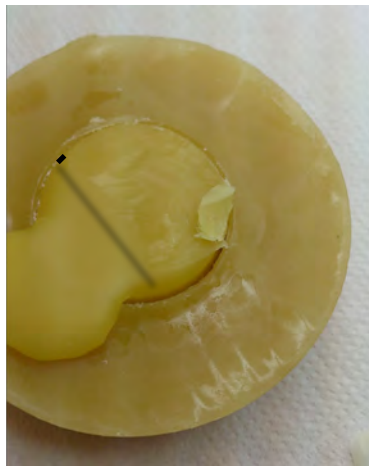
**FIG. 29.-** Material utilizado en el proceso de nivelación. La brocha, aunque no se ha mencionado, ayuda a retirar las virutillas que se van formando de pasta de relleno eliminada. De izda a dcha. Bisturí de hoja nº 15, bisturí de hoja nº 21, escalpelo Inox CE LOT/58 y escalpelo Inox CE LOT/75.



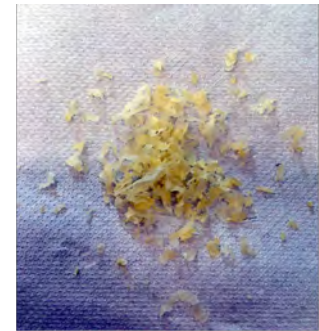
**FIG. 30.-** El experimento se hizo bajo lupa binocular y se niveló con la herramienta, siempre llevándola perpendicular a la superficie de cera original para asegurar un buen enrasado.



**FIGS. 31, 32.-** (Izda.) Comienzo del proceso de enrasado. (Dcha.) la pasta se levanta fácilmente sin dejar marcas sobre la cera original reintegrada.



**FIGS. 33, 34.-** Distintas fases del proceso que demuestra la reversibilidad mecánica de la pasta de relleno 5 frente a la pasta de cera original, hasta el punto en que, como se observa, cuando la lámina de pasta de reintegración es muy fina se despega totalmente sin dejar residuos ni marcas apreciables a nivel macroscópico.



**FIGS. 35, 36, 37.-** Resultado final de la nivelación mecánica en una mitad de la maqueta, vistas cenital, transversal y material eliminado. El resultado, como ya se indicó es óptimo.

#### 6.2.2.-REVERSIBILIDAD MECÁNICA EN LA MAQUETA DE CERA ORIGINAL RECREADA, REINTEGRADA CON LA PASTA DE CERA DE RELLENO 1: PARAFINA 56/58 ENVEJECIDA 1.104 h

Se comenzó el enrasado con escalpelo Talmed Inox CE LOT/58, colocando la herramienta perpendicular a la superficie, dado que dio buen resultado en el experimento anterior. La Parafina 56/58 se nivela muy bien. Al ser translúcida se distingue con facilidad del material original. La mitad de la maqueta se destinó a estudiar la reversibilidad mecánica y la otra mitad a la físico-química (figs. 38, 39).

En el caso de la Parafina, el enrasado con bisturí también funcionó bien (fig. 40), resulta tan preciso y manejable como con el escalpelo, dado que el material de relleno no se

adhiera a las hojas de las herramientas. De cualquier manera, se considera que la cuchilla del escalpelo resulta más estable al dejar una superficie más lisa y uniforme.

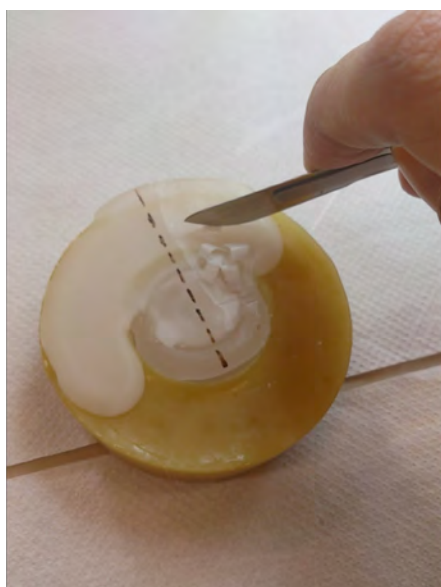
Se debe terminar el proceso con luz rasante. Se prescindió de la lupa binocular porque la luz que ésta emite se reflejaba en la Parafina, dada su transparencia (fig. 41), y la labor se hacía incómoda.



**FIG. 38.-** Estado inicial de la maqueta consistente en pasta original recreada reintegrada con la pasta 1 envejecida 1.104 h. Se realiza el experimento de reversibilidad mecánica sólo en una de las mitades de la maqueta.



**FIG. 39.-** Estado inicial idéntico al anterior en vista transversal.



**FIGS. 40, 41.-**Proceso de nivelación mecánica.

Durante el proceso de nivelación mecánica la pasta de relleno 1 saltaba con facilidad no dejando marca visible alguna sobre la cera original recreada y sin arrastrar consigo la misma (figs. 42, 43). El resultado final es óptimo (fig. 44).



**FIGS. 42, 43, 44.-** (Dcha.) Durante el proceso de enrasado de la maqueta 1 nótese como salta la Parafina 56/58 rebosante demostrando que es reversible. (Izda.) Puede comprobarse que todo el material eliminado es pasta de relleno sin arrastre alguno de pasta original.

### **6.3.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se exponen los principales resultados alcanzados en el transcurso de esta investigación:

1. Ambas pastas de reintegración, 1 y 5, son reversibles de manera mecánica tras haber sido sometidas, sendas maquetas, a un envejecimiento acelerado en cámara con radiación UV y a temperatura constantes de 30-35 °C, durante un período de tiempo de 1104 h.
2. Cuando las capas de pasta 1 y 5 rebosantes son muy finas, se separan con mucha facilidad de la pasta original. No dejan residuos ni marcas sobre el mismo ni arrastran cera original en el proceso de nivelación mecánica, no se adhieren a ella formando cuerpo.

3. Se considera, probados varios sistemas de enrasado, que el más óptimo en cuanto a utillaje es trabajar con escalpelo combinado con brocha para retirar el material sobrante.
4. Es imprescindible realizar la nivelación de la pasta de relleno con luz rasante para obtener un buen enrasado a nivel de superficie.
5. El resultado con ambas pastas es óptimo en cuanto a reversibilidad mecánica, se obtienen superficies suaves y homogéneas.

## **7.-ESTUDIO EXPERIMENTAL DE REVERSIBILIDAD FÍSICO-QUÍMICA**

### **7.1.-OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

Se analizó la reversibilidad físico-química de las siguientes maquetas:

-MAQUETA 1 (2): pasta de cera original reintegrada con Parafina 56/58 (pasta 1), envejecida en cámara 1.104 h.

-MAQUETA 5 (2): pasta de cera original reintegrada con la pasta 5: 2/3 de cera de abejas virgen + 1/3 de Parafina 56/58, sometida a envejecimiento acelerado en cámara durante 1.104 h.

Para estudiar la reversibilidad química de las pastas de relleno 1 y 5, se aplicó el Test de Solubilidad de Cremonesi, que utiliza diversas mezclas de los disolventes, ligroína (L), acetona (A) y etanol (E), variando los porcentajes de los mismos. Según el Triángulo de Solubilidad de TEAS (fig. 45), la cera de abejas virgen se encuentra en la zona que corresponde a un  $fd=90$  y las mezclas de cera a un  $fd=88$ , muy similares en cualquier caso. El objetivo era encontrar una mezcla de disolventes que no actuara sobre la cera original pero sí removiera las pastas de relleno 1 y 5, que son las más aptas para la reintegración volumétrica de estos modelos anatómicos.



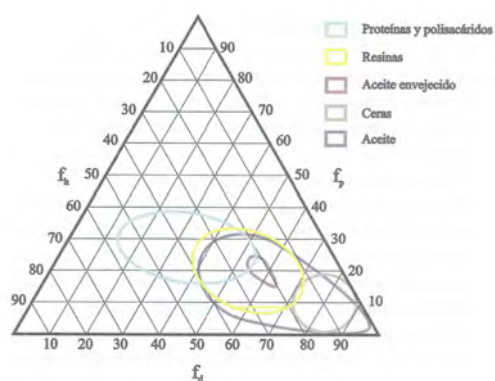


FIG. 45.-Triángulo de Solubilidad de TEAS.

CÓDIGO	% VOLUMEN LIGROÍNA	% VOLUMEN ACETONA	% VOLUMEN ETANOL	RESULTADOS MAQUETA 1 (2)	RESULTADOS MAQUETA 5 (2)
L	100	0	--	Fd=97 Apenas disuelve la pasta 1 Disuelve mucho la original	Ídem
LA1	90	10	--	Fd=92 Disuelve mucho ambas pastas	Ídem
LA3	70	30	--	Fd=82 Disuelve ambas pastas pero es más efectiva con la de relleno	Ídem
LA5	50	50	--	Fd=72 Disuelve muy poco la pasta 1 y mucho la original	Disuelve mucho ambas pastas
LA7	30	70	--	Fd=62 Disuelve mucho ambas pastas	Ídem
LA9	10	90	--	Fd=52 Disuelve poco la pasta de relleno y mucho la original	Disuelve mucho ambas pastas

<b>A</b>	0	100	--	Fd=47 Disuelve poco la pasta 1 creando pasmados y mucho la original	Apenas disuelve la pasta de relleno pero no la blanquea
<b>LE1</b>	90	--	10	Fd=91 Disuelve la cera de relleno lentamente y muy poco la original	Disuelve mucho la pasta de relleno 5 y muy poco el original
<b>LE3</b>	70	--	30	Fd=79 Disuelve poco ambas pastas	Ídem
<b>LE5</b>	50	--	50	Fd=67 Disuelve poco ambas pastas y crea pasmados en la original	Disuelve mucho la pasta 5 y poco el original que queda pasmado
<b>LE7</b>	30	--	70	Fd=54 Disuelve la pasta de relleno 1 lentamente y deja la original intacta	Ídem
<b>LE9</b>	10	--	90	Fd=42 Disuelve la pasta de relleno lentamente blanqueándola y mucho la original	Apenas disuelve la pasta de relleno 5
<b>E</b>	0	--	100	Fd=36 Apenas disuelve la pasta 1, blanqueándola, y mucho la original	Disuelve muy poco la pasta 5
<b>AE1</b>	--	75	25	Fd=44 Apenas disuelve el relleno y lo blanquea, el original mucho	Ídem pero sin llegar a blanquear el relleno
<b>AE2</b>	--	50	50	Fd=42 Apenas disuelve la pasta 1 y la blanquea,	Ídem pero sin llegar a blanquear la

				pero remueve mucho mucho la original	pasta de relleno
<b>AE3</b>	--	25	75	Fd=39 No disuelve la pasta 1 y disuelve mucho la original	Ídem

**TABLA 6.-**Aplicación del Test de Solubilidad de Cremonesi a las maquetas 1 (2) y 5 (2) envejecidas 1.104 h.

En la tabla 6 se muestran los resultados que se obtuvieron tras aplicar las distintas mezclas de disolventes del Test de Solubilidad de Cremonesi a las maquetas. La LE7 es la indicada en ambos casos: no remueve la pasta original recreada pero sí las de relleno 1 y 5, envejecidas todas ellas 1.104h. en cámara.

Comprobado esto se procedió al enrasado físico-químico en ambas maquetas.

## 7.2.-NIVELACIÓN DE LA LAGUNA REINTEGRADA POR MÉTODOS FÍSICO-QUÍMICOS

### 7.2.1.-REVERSIBILIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN LA MAQUETA DE CERA ORIGINAL RECREADA, REINTEGRADA CON LA PASTA DE CERA DE RELLENO 1: PARAFINA 56/58 ENVEJECIDA 1.104<sup>28</sup>

Se comenzó con un enrasado mecánico a escalpelo mediante ayuda de luz rasante hasta conseguir una superficie nivelada en relación a la materia original (fig. 46). A continuación, se aplicó sobre la laguna, por medio de pequeños círculos, un hisopo embebido en la mezcla de disolventes LE7 (fig. 47). De este modo se actuó de forma química sobre la pasta de relleno que quedaba por eliminar. Se escurría muy bien el hisopo, y se iba cambiando el algodón cuando éste estaba manchado de cera.

<sup>28</sup> La cámara de envejecimiento acelerado utilizada en estos experimentos es la misma que ya se utilizó y cuyos datos específicos aparecen en la p. 373 del presente estudio.



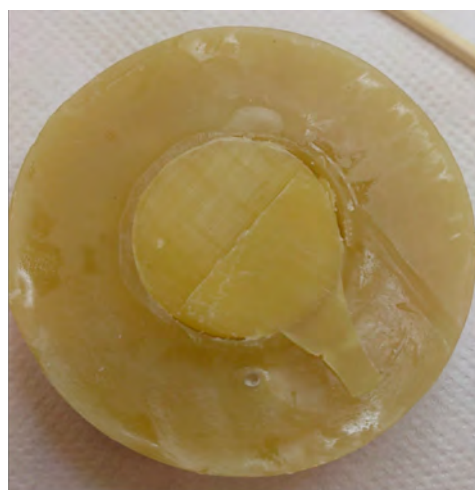
Se utilizó la mezcla de disolventes LE7 (30% de ligroína + 70% de etanol en volúmenes) dado que previamente había dado buenos resultados, pero se observó que, al insistir unos minutos, terminaba por reblandecer la pasta de cera original envejecida. Por lo tanto, en este caso particular, se consideró como mejor opción realizar el enrasado mecánico, o aplicar la mezcla de disolventes exclusivamente a la pasta de relleno 1 para facilitar su remoción. Además, la pasta original se tornó pegajosa, con lo que las virutillas de pasta de relleno que se levantaban se iban quedando adheridas y resultaba complicado separarlas de la maqueta con pinzas sin dejar una marca en el original. El resultado no era limpio (fig. 48).



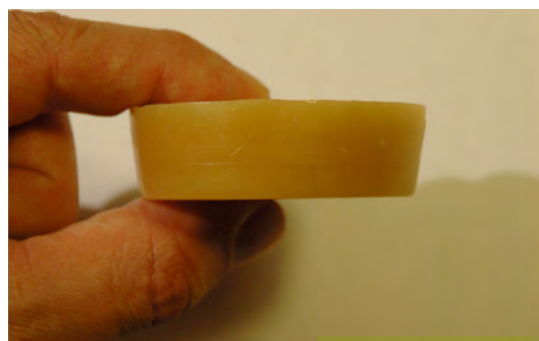
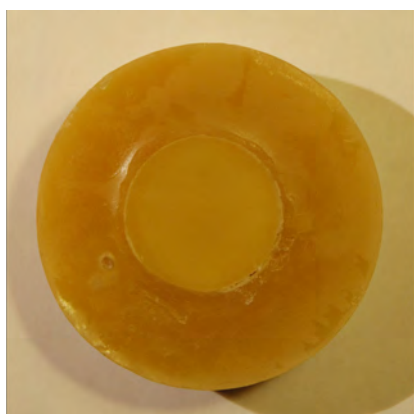
**FIGS. 46, 47, 48.-** Proceso de nivelación, materiales utilizados y resultado final que, como se ha dicho, no resulta limpio a pesar de las pruebas hechas, dado que al insistir, la mezcla LE7 de Cremonesi termina removiendo la pasta original recreada, envejecida 1.104 h. en cámara.

#### 7.2.2.-REVERSIBILIDAD FÍSICO-QUÍMICA EN LA MAQUETA DE CERA ORIGINAL RECREADA, REINTEGRADA CON LA PASTA DE CERA DE RELLENO 5: 2/3 CERA VIRGEN DE ABEJAS + 1/3 PARAFINA 56/58 ENVEJECIDA 1.104 h.

En primer lugar, se reblandeció la superficie de la pasta 5 con la mezcla de disolventes LE7 (fig. 49). A continuación, se actuó de forma mecánica con escalpelo (fig. 50). Cuando la aproximación a la nivelación de la laguna en relación al original fue muy grande se volvió a actuar sólo con disolventes. El resultado obtenido, según puede apreciarse, va siendo mucho más limpio que en el caso de la Parafina 50/52 utilizando el disolvente indicado (figs. 51, 52). El estado final es ostensiblemente mejor actuando físico-químicamente sobre la pasta de relleno 5 frente a la 1 en relación a la cera original (figs. 53, 54).



**FIGS. 49, 50, 51, 52.-** Estado inicial de la maqueta 5 (1) y proceso de reversibilidad físico-química.



**FIGS. 53, 54.-** Resultado final del proceso de reversibilidad y enrasado físico-químico y mecánico en la maqueta 5 (1) reintegrada con la pasta 5. Vistas cenital y transversal.

### **7.3.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

1. Se observa, al tacto, que la pasta de cera original recreada y reintegrada con las pastas 1 y 5, con 1.104 h. de envejecimiento en cámara, sigue siendo blanda; como lo es sin envejecer.
2. La Parafina 56/58 envejecida se ha endurecido y su enrasado mecánico se ve dificultado. Si se actúa sin ejercer fuerza alguna en perpendicular con el escalpelo, se consigue una superficie nivelada, suave y homogénea, mientras que si se aplica presión se generan ondas.
3. La Parafina 56/58 envejecida, resulta reversible de forma química con la mezcla de disolventes LE7. En principio, esta mezcla química es inocua frente a la pasta original, pero al insistir unos minutos, se observa que la reblandece. Lo óptimo sería comenzar con el enrasado de forma mecánica y pulir la superficie de relleno con disolvente. Sin embargo, por precaución, dado que la LE7 sólo debería remover la pasta de relleno 1, se concluye que su remoción ha de ser exclusivamente mecánica. Por otra parte, el resultado con químicos no es limpio.
4. La pasta de relleno 5, envejecida, es idónea para su enrasado mecánico con escalpelo, efectuado en dirección perpendicular a la superficie, y menos dificultoso que cuando no está envejecida.
5. Esta pasta de relleno, envejecida 1.104 h, es reversible químicamente con la mezcla de disolventes LE7. Se ha de aplicar sólo en la laguna porque si se insiste remueve la pasta original.
6. La LE7 es mucho más eficaz disolviendo la pasta de relleno 5 (2/3 cera de abejas virgen + 1/3 Parafina 56/58) que con la 1 (Parafina 56/58). El resultado final del proceso de nivelación físico-químico corresponde a la pasta 5.

## **8.-ANÁLISIS GLOBAL DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Tras todos los experimentos realizados para encontrar una pasta de relleno estable, compatible y re-tratable para el tratamiento de lagunas de los modelos anatómicos seleccionados, se concluye:

1. La pasta original tiene un rango de fusión medido con el método de los 4 hilos y una sonda Pt-100 de 57 – 85,5 °C. Por lo tanto, para la reintegración volumétrica de las pérdidas de materia se han de utilizar ceras o pastas de cera que posean un intervalo de fusión inferior a éste. En caso contrario, se dejaría de trabajar a una temperatura de seguridad que no provocara deformaciones en el objeto original.
2. Se descarta utilizar como relleno pastas de cera-resina. Según las pruebas experimentales, al mezclar cera de abejas virgen con resina de colofonia, tanto en estufa como al baño maría, no se obtiene una pasta de relleno homogénea. Ello se debe a que el rango de fusión de los componentes es muy dispar. La cera funde y la resina sólo se reblandece formando un bloque semi-sólido. Al aumentar la temperatura del baño a 100 °C, se consigue que la resina funda con la cera, sin embargo, la pasta original comienza a fundir a 57 °C, con lo que esta pasta de relleno resulta inadecuada. Además, al verter la pasta, la resina se decanta. Por otra parte, endurece considerablemente la cera y es imprescindible que la pasta de relleno a utilizar sea flexible y más blanda que la pasta de cera original para que pueda adecuarse a los cambios bruscos de temperatura, así como a las contracciones y dilataciones que tienen lugar en el conjunto de la pieza, sin provocar su adición posibles grietas en la misma.
3. Se concluye que las lagunas han de rellenarse con mezclas exclusivamente de ceras. Se propusieron 8 pastas de relleno, en base a los estudios realizados por otros investigadores en este campo, y se determinaron experimentalmente sus rangos de fusión. A partir de esta medición las pastas compatibles con la original

resultaron ser las 4 siguientes porque poseían intervalos de fusión inferiores a los de la pasta de los modelos a estudio, que es de 57 – 85, 5 °C, concretamente:

-MUESTRA 1: Parafina 56/58, 56 °C

-MUESTRA 3: 2/3 Cosmolloid 80® + 1/3 Parafina 56/58, 51,9-62,3 °C

-MUESTRA 4: ½ Cosmolloid 80® + ½ Parafina 56/58, 51,9-62,6 °C

-MUESTRA 5: 2/3 de cera de abejas virgen + 1/3 Parafina 56/58, 43,2-64,9 °C

4. Sometidas a envejecimiento acelerado en cámara UV, a temperatura constante de 30-35 °C durante 1.104 h., se observó macroscópica y microscópicamente que las 8 pastas de relleno propuestas sufrían modificaciones cromáticas oscureciéndose. Este dato es fundamental en relación al tono que presenta la cera original en la actualidad y al de la evolución del de la pasta de relleno respecto de la misma.
5. Tras el estudio experimental de estabilidad y compatibilidad de las pastas de relleno 1, 3, 4 y 5 con la pasta original recreada, se concluyó que para reintegrar las lagunas de los objetos de cera de esta colección se debían de continuar estudiando las pastas de relleno:

-1: Parafina 56/58, con un intervalo de fusión de 56-58 °C

-5: 2/3 cera virgen de abejas + 1/3 de Parafina 56/58, de rango 43,2-64,9 °C

Además de permitir una reintegración volumétrica por capas a temperaturas de seguridad, resultaban muy estables al envejecimiento en cámara y fáciles de trabajar fundiéndolas al baño maría, sin necesitar estufa, lo cual es interesante a la hora del trabajo *in situ* en este tipo de artefactos. Por otra parte, rellenaban bien las lagunas recreadas en maqueta y no presentaban apenas retracción aplicadas por capas.

6. Tanto la pasta 1 como la 5 se aplican a la laguna en caliente. Se han de preparar previamente y ya en el taller se funden al baño maría. Se extienden con un

instrumento odontológico adecuado de punta muy fina y por capas. Se debe dejar secar la pasta entre estrato y estrato, y comenzar a reintegrar a una temperatura de fusión de 58 °C para la pasta 1 y de 57 °C para la 5, e ir bajándolas a medida que se dan las capas hasta llegar a la superficie. Para la pasta 1, el límite son los 56 °C y para la 5, los 43,2 °C. Esto respeta, en todo momento, el rango de fusión de la pasta original, que es de 57-85,5 °C. Es preferible reintegrar poco a poco porque se consigue introducir pasta de relleno a una mayor profundidad de la pérdida.

7. Las lagunas de pasta original recreada, rellenas con estas dos pastas, y envejecido el conjunto 1.104 h en cámara, no forman cuerpo. La pasta original y las de reintegración se ajustan perfectamente pero no se fusionan, con lo que las pastas 1 y 5 resultan re-tratables mecánicamente. Lo óptimo es utilizar escalpelo y luz rasante para el correcto enrasado. La superficie de la pasta 5 de relleno queda más suave y homogénea que la de Parafina 56/58.
8. El escalpelo se ha de utilizar en dirección perpendicular a la superficie de la cera y, en los bordes de la laguna en sentido paralelo porque permite mayor precisión.
9. Desde el punto de vista químico, ambas pastas de relleno envejecidas en cámara 1.104 h., son reversibles con la mezcla de disolventes LE7 (30% de ligroína + 70% de etanol) del Test de Cremonesi.
10. En un principio, la LE7 no removía la pasta original, pero al insistir 3 minutos sí lo hace. Esto se comprobó tanto en maquetas tras 1.104 h. de envejecimiento como en un fragmento de cera no barnizado procedente de una rotura, no significativo pero sí representativo, de los modelos anatómicos a estudio, con cerca de dos siglos de antigüedad (fig. 55).



**FIG. 55.-** Trozo de cera original real de los modelos anatómicos a estudio sin barnizar. Obsérvese como el hisopo queda manchado de cera al actuar con la mezcla de disolventes LE7 insistiendo un tiempo de 3 minutos.

11. Lo idóneo sería comenzar con un enrasado mecánico y, al aproximarnos a los bordes de la laguna en contacto con la cera original, finalizarlo de forma química. Se ha comprobado que con la pasta de relleno 1 se ha de insistir, por lo que este método resulta inviable, pero la pasta 5 se remueve rápidamente con la LE7 y permite este tipo de nivelación.
12. Por lo tanto, si se reintegra una laguna de un modelo de esta colección con Parafina 56/58, el nivelado se realizará sólo de forma mecánica, mientras que si se hace con la pasta 5 (2/3 cera virgen de abejas + 1/3 Parafina 56/58) sí puede afinarse con la mezcla de disolventes LE7 de Cremonesi aplicada con un hisopo. En ambos supuestos, se consigue una superficie homogénea aunque en el segundo el resultado es más suave y óptimo.
13. De todo este estudio experimental se concluye que las pastas de relleno más estables, compatibles y re-tratables con la original de los modelos anatómicos en cera de la colección de anatomía madrileña, y que por tanto se recomiendan para su restauración son:
  - La Parafina 56/58
  - La pasta de relleno a base de 2/3 de cera virgen de abejas y 1/3 de Parafina 56/58Si bien la segunda resulta más reversible con el envejecimiento, por lo que es preferible utilizarla frente a la Parafina 56/58.

## PARTE 4: APLICACIÓN A MODELO REAL

---





## CAPÍTULO X

---

### ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA COLECCIÓN *JAVIER PUERTA*





Los agentes de deterioro vistos en el capítulo V provocan, con el paso del tiempo, una debilitación de los materiales constituyentes del modelo anatómico en cera. En el capítulo presente se va a hacer una revisión del estado general de conservación en que se encuentra la colección madrileña a estudio, para, a continuación, centrarnos en los daños de tipo estructural que hemos encontrado.

## **1.-ESTADO DE CONSERVACIÓN GENERAL**

En el momento presente, estos modelos anatómicos, se exhiben dentro de vitrinas de época, con una estructura de madera y base del mismo material, dotadas de cristales de vidrio. Estos contenedores deberían suponer una protección física de las piezas, sin embargo, no están cumpliendo correctamente su función de barrera frente a las alteraciones del clima que las rodea ni de los agentes contaminantes. Por este motivo se encuentran cubiertas de una capa de partículas de polvo que modifica las calidades estéticas de sus acabados<sup>1</sup> (fig. 1).



**FIG. 1.-**Acumulación de polvo en el pie de una de las figuras de cera de la colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid. España.

---

<sup>1</sup> Alicia Sánchez Ortiz, «Cuerpos de cera del Real Colegio de Cirugía de San Carlos. De la creación de modelos anatómicos a la conservación de bienes culturales», en *Modelos y maquetas: la vida a escala* (Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014), 130.

En general, las esculturas presentan una capa de barniz muy oxidado, que modifica por completo las tonalidades originales otorgadas a la cera en los diversos órganos y miembros.

Se encuentran en un estado frágil a nivel mecánico, dado que, tras dos siglos de envejecimiento, la pasta cerosa que los conforma ha sufrido cambios físico-químicos, que la ha endurecido de forma considerable volviéndola quebradiza. En las muestras de pasta de cera analizadas se ha comprobado que las zonas con mayor exposición a la acción directa de los agentes ambientales, esto es, las correspondientes a los estratos más externos, muestran bandas intensas asociadas a ácidos grasos libres y compuestos inespecíficos que contienen grupos de aldehídos y cetonas. Ello sugiere que se están produciendo en estas esculturas procesos de hidrólisis de los ésteres céridos y reacciones de oxidación de tipo fotodegenerativo<sup>2</sup>.

Uno de los principales agentes externos que ha influido en su estado actual, ha sido la falta de control de la temperatura. Sus fluctuaciones bruscas han ido generando cambios de tipo estructural importantes, resultado de las dilataciones y contracciones, a que se han visto sometidos, toda la heterogeneidad de materiales que las constituyen. Esto ha conducido a la aparición, en las mismas, de fisuras, grietas, desuniones, fragmentaciones, pérdida de miembros y lagunas volumétricas. No obstante, cada pieza en cera es un caso particular, lo que determina un diferente comportamiento frente al envejecimiento natural y, en consecuencia, un estado de conservación singular para cada objeto concreto.

El envejecimiento de los materiales unido a los cambios de humedad relativa ambiente, ha podido favorecer la modificación de ciertos enlaces químicos que conllevan un cambio de su pH. Éste se vuelve más alcalino y conduce a la saponificación de la pasta de cera<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Sánchez Ortiz, *Cuerpos de cera...*, 129.

<sup>3</sup> Sánchez Ortiz, *Cuerpos de cera...*, 131.

En general, se observa una pérdida de tonalidad en los colorantes orgánicos utilizados para el teñido de la cera, debido a la acción de la luz, concretamente a las radiaciones ultravioletas e infrarrojas a que se ven expuestas.

Otros daños están derivados de posibles restauraciones anteriores inadecuadas. Una de las figuras que ha sido más intervenida es la ya mencionada Venus de Medici. En ella se pueden observar: desniveles en las juntas tras una unión con adhesivo poco cuidadosa (fig. 2), la fusión de los bordes de una laguna por la aplicación de calor con espátula térmica (figs. 1, 2), cambios cromáticos ocasionados por un exceso de calor en la cera original (fig. 2), reintegraciones volumétricas demasiado evidentes con repintes burdos (fig. 3), entre otras.



**FIG. 2.-** Detalle de una intervención inadecuada en el pie izquierdo de la Venus de Medici, consistente en una adhesión burda de los bordes de una rotura y un cambio cromático en la cera original. Pieza anatómica en cera de la colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM.



**FIG 3.-** La falta volumétrica existente en el muslo derecho de la Venus de Medici resulta tosca y en exceso visible. No parece estar bien enrasada. Pieza anatómica en cera de la colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM.

## **2.-TIPOLOGÍA DE DAÑOS ESTRUCTURALES**

### **1.-FISURAS**

Grietas de mayor o menor profundidad, que no llegan a separar los fragmentos<sup>4</sup>. Se trata de rajitas pequeñas que suelen producirse por agentes de deterioro intrínsecos, por envejecimiento y fatiga mecánica de sus componentes constitutivos, en particular el ocasionado por la migración a la superficie de los plastificantes añadidos a la pasta cerosa. También pueden deberse a movimientos de asentamiento de los materiales o a la falta de mantenimiento<sup>5</sup>. La fragilidad que presenta la cera envejecida origina pequeñas vibraciones internas, macroscópicamente imperceptibles, que generan estas fisuras. En principio se trata de una alteración menor (fig. 4), pero pone en marcha fenómenos de deterioro de mayor gravedad, con alteraciones físicas como roturas.



**FIG. 4.-** Fisura a la altura del gemelo de un feto. Pieza obstétrica en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

---

<sup>4</sup> Ana Calvo, *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos De la A a la Z* (Barcelona: Ed. Del Serbal, 2003), 100.

<sup>5</sup> Cristina Giannini y Roberta Roani, *Diccionario de restauración y diagnóstico* ((San Sebastián: Nerea, 2008), 94.

## 2.-LAMINACIONES

Tal y como se ha visto en el capítulo IV, los modelos anatómicos podían trabajarse por capas de cera que se iban vertiendo en un molde a diferentes temperaturas dentro del rango de fusión de la pasta cerosa conformante. Se comenzaba el proceso a mayor temperatura - que es la que corresponde a las capas más superficiales de estas esculturas - y se procedía a disminuir la misma hasta alcanzar un grosor de unos tres centímetros. Ello se hacía a fin de que la nueva capa no removiera la anterior, con lo que no formaban cuerpo. El resecamiento del material y los cambios bruscos de temperatura ambiental, sumados a una manipulación inadecuada, pueden provocar que estas capas salten y se separen laminándose (fig. 5). El resultado de ello será la aparición de lagunas que dejan a la vista estratos inferiores.



**FIG. 5.**-Detalle de un pecho de un torso anatómico en cuyo borde (por la parte posterior) se observan esos milímetros de grosor de pasta cerosa que constituyen la escultura hueca. Esta zona ha sufrido una laminación con pérdida de las capas más superficiales. Modelo anatómico en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.



### 3.-GRIETAS ESTRUCTURALES

El modelo anatómico, en su ambiente expositivo, acusa muchos agentes de deterioro extrínsecos que pueden llevar a que una fisura, sin aparente importancia, se convierta en un daño mucho mayor.

Una grieta es una abertura estructural que se produce en la cera por efecto de movimientos, golpes, o por reacción de los materiales orgánicos (en este caso la madera de las peanas) ante los cambios de humedad relativa. Suelen ser foco de acumulación de polvo<sup>6</sup>.

Las fuerzas físicas que actúan sobre estos objetos generan internamente un estrés material debido a pequeñas vibraciones y deformaciones estructurales. La presión, por efecto de la gravedad, del propio peso de una parte de un miembro vertical en una fisura superficial, puede evolucionar derivando en una grieta estructural.

También las variaciones bruscas y frecuentes de temperatura causan su aparición. A temperaturas que oscilan los 30-50 °C, la cera se dilata, y cuando aquéllas bajan, se endurece. Estos constantes movimientos de dilatación y contracción la fragilizan y hacen que estructuralmente se abra.

Se trata de un daño estructural profundo que normalmente afecta a todas las capas estratificadas que constituyen el modelo (fig. 6). Puede revertir en futuras fragmentaciones y alterar el equilibrio y estabilidad generales de la pieza, fragilizándola.

---

<sup>6</sup> Calvo, *Conservación...*, 111.



**FIG. 6.-** Grieta estructural que afecta a toda la musculatura del tobillo de la pierna de un adán anatómico. Modelo anatómico en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

#### 4.-DESUNIONES

El avance de una grieta estructural origina una desunión, esto es, la separación de dos partes del modelo anatómico.

En muchas ocasiones, estas esculturas poseen una estructura interna que sirve de soporte, tal y como ya se ha visto. Algunas piezas de esta colección constan de un armazón metálico gracias al cual estas partes no se han perdido (figs. 7, 8) en la mayoría de los casos. La grieta avanza y las piezas se desplazan siguiendo las guías metálicas. Puede haber o no desprendimiento de material en función de la fragilidad que éste presente. Normalmente, se trata de desuniones bastante limpias. Pueden generar pequeñas lagunas volumétricas.



**FIG. 7.-**Desunión en el dedo índice de una mano de un adán anatómico que representa el aparato locomotor. Modelo anatómico en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

## 5.-FRAGMENTACIONES

Suelen generarse debido a un impacto, a un choque con otro objeto, a la caída de la escultura o a su inadecuado transporte en vehículos. Los impactos provocan tensiones que derivan en deformaciones por desplazamiento.

Se trata de una desunión en la que se ha perdido la parte anatómica separada, exista o no ese esqueleto interno. La diferencia entre una desunión y una fragmentación es que en la primera no hay pérdida de miembro alguno, mientras que en la segunda sí la hay (fig. 8). En una desunión se conservan las partes originales del objeto, que se puede recomponer por anastilosis; en una fragmentación existe una pérdida irremplazable de materia.



**FIG. 8.-** Cera anatómica que representa la mano del obstetra en el momento del parto. Puede advertirse claramente la diferencia entre los daños 4 y 5 mencionados: el dedo anular presenta una desunión mientras que el meñique ha sufrido una fragmentación. Pieza obstétrica en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

## 6.-LAGUNAS VOLUMÉTRICAS

En las esculturas en cera, las laminaciones, desuniones y fragmentaciones, van unidas a la pérdida de material original, esto es, a la aparición de lagunas volumétricas. Pueden diferenciarse por su extensión, son faltas de diferente dimensión e importancia<sup>7</sup>.

Las pequeñas lagunas suponen una pérdida mínima de material céreo. Los miembros se separan creando una desunión y el paso del tiempo hace que en sus bordes se pierda cera (fig. 9). Son faltas de carácter menor que pueden originar otras mayores, debido a la acción indirecta de los agentes de deterioro extrínsecos.

---

<sup>7</sup> Giannini y Roani, *Diccionario de restauración...*, 119, 120.



**FIG. 9.-** Detalle de la mano de un feto donde, en la muñeca, se ha producido una desunión que ha provocado una pequeña laguna de materia. Pieza obstétrica en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.



**FIG. 10.-** Desunión y laguna extensa en el pie de un recién nacido en el momento de salir del vientre materno. Pieza obstétrica en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.



Las grandes faltas volumétricas de pasta cerosa son debidas a una desunión profunda que ha supuesto una gran pérdida de fragmentos, originando una separación nada limpia. Afectan estructuralmente a la estabilidad de la pieza (fig. 10).

## 7.-PÉRDIDA DE FRAGMENTOS

Se trata de una pérdida absoluta de materia debida a una fragmentación. En ocasiones los miembros se han conservado cuidadosamente y en otras se han perdido (fig. 11).

Si se conservan las partes se actúa por anastilosis, hay que ajustar los diferentes elementos y recolocarlos en su lugar original, lo cual requiere un estudio riguroso previo en el que no hay cabida a un error de interpretación. Sin embargo, en muchas piezas existen láminas y dibujos, como se ha visto en el capítulo III del presente estudio, en el que las esculturas son una fiel reproducción de las mismas. Esto podría ayudar en su reconstrucción junto a la atenta dirección de un anatómico.



**FIG. 11.-** Detalle de un feto en cera en el que se han perdido dos miembros: el pie derecho y el brazo izquierdo, que no se conservan. Pieza obstétrica en cera de la Colección del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

En ocasiones, la exposición pública de las restauraciones que se realizan, conduce a que se restaure aquello que pueda llegar a tener una repercusión social, visual e inclusive política, y no a intervenir lo que realmente es más prioritario. A este respecto, es necesario recuperar la conciencia de que el modelo anatómico en cera no es sólo un objeto artístico, sino también histórico y documental. El Art. 1 de la Carta del Restauro de Bruselas, de 1987, señala a tal efecto:

Un interés cognoscitivo fundamental de toda la humanidad ha impuesto, e impone, obstaculizar, y cuando menos, frenar la destrucción, dispersión y degradación con todo tipo de recurso conservador, preservando las condiciones intrínsecas y extrínsecas, para cada objeto en cuestión, lo más parecidas a las originales. El paso siguiente es, -evidentemente en cuanto inevitable y posible- el de tomar medidas para su mejor conservación y restauración<sup>8</sup>.

Preservar en óptimas condiciones los bienes que integran el Patrimonio Cultural es un hecho que concierne a toda la sociedad. Estas colecciones en cera son un bien histórico tangible de nuestra cultura y de las que nos precedieron, por lo que se ha de formar una cadena de recursos que contribuya a transmitirlos, en el mejor estado posible, para su disfrute por parte de las generaciones futuras.

---

<sup>8</sup> Carta del Restauro de Bruselas, 1987. Acceso el 1 de abril de 2015, [http://ipce.mcu.es/pdfs/1987\\_Carta\\_BienesMuebles-Italia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMuebles-Italia.pdf)

## **CAPÍTULO XI**

### **TRABAJO DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL**







Los agentes de deterioro vistos provocan, con el paso del tiempo, una debilitación de los materiales constitutivos del modelo anatómico en cera. A nivel estructural, ello puede derivar en la aparición de roturas, que, a su vez, generen lagunas de tipo volumétrico.

Si estos daños no se intervienen, pueden evolucionar hasta la pérdida total o parcial de la escultura. Restaurar estructuralmente uno de estos modelos va a suponer dos tipos de intervenciones fundamentales: la consolidación y re-adhesión de fragmentos separados, y la reintegración de lagunas volumétricas. El objetivo es restablecer el equilibrio que ha perdido la pieza, impedir que los deterioros que presente evolucionen, de modo desfavorable, para la misma. Todo ello supondrá su revalorización formal y estética.

A lo largo de toda la investigación, se ha estudiado su historia, manufactura y elementos constitutivos, y se ha procedido al análisis de las alteraciones estructurales que presentan actualmente.

Previo a la fase de restauración, se desarrolló toda una labor de análisis experimental en laboratorio para determinar cuáles eran los adhesivos y pastas de relleno más adecuados a las particularidades técnicas y a las patologías existentes en las esculturas.

A continuación, se va a describir la restauración estructural llevada a cabo en tres de las piezas, por resultar, dichas intervenciones, las más representativas dentro del conjunto de las que se realizaron de este carácter. Pertenecen a la Colección Anatómica *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid. Dos de sus modelos anatómicos: un torso linfático y un esqueleto en cera, y una pieza de la serie obstétrica.

## 1.-EMBARAZO GEMELAR



**FIGS. 1, 2.-** Izda. *Embarazo gemelar* antes de su restauración. Fotografía de la autora. Dcha. pieza restaurada. Fotografía Luis Castelo. Cera. Museo *Javier Puerta*, UCM. Madrid, España.

### 1.1.-DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Esta escultura representa todo un torso femenino, que describe los cambios internos y externos, experimentados en el cuerpo de una mujer con un embarazo gemelar a término. La pieza muestra el útero abierto, con los gemelos en su interior, dentro de su contexto anatómico completo.

A juzgar por su tamaño y forma, las mamas son las de una mujer embarazada joven. Los pezones se muestran turgentes, preparados para amamantar, y sus areolas son de color marrón oscuro, con abundantes tubérculos de Montgomery.

La pared abdominal, aparece abierta en cuatro cuadrantes, rebatidos sobre los hipocondrios y las fosas iliacas. Un detalle que define la calidad de la escultura, es la

representación del peritoneo parietal, que cubre el interior de esos cuatro segmentos de pared, como una membrana delicada y brillante que cubre los vasos epigástricos inferiores.

El modelo muestra, cómo un embarazo tan avanzado, modifica notablemente la anatomía del abdomen. Así, las asas del intestino delgado, yeyuno e ileón, aparecen cubiertas por el omento mayor, que cuelga del colon transversal, y de la curvatura mayor del estómago. Las asas, se ven desplazadas, cranealmente, contra el estómago y el hígado, a su vez presionando contra el diafragma. Asimismo, las vísceras pélvicas, la vejiga y el recto son relegadas.

En el interior de la cavidad abdominal, se puede observar un útero grávido, desprovisto de su pared anterior, y los gemelos de alrededor de 33 semanas de gestación. Al fondo del útero, hay dos placentas con sus arterias, en color rojo, y sus venas, en color azul. Son independientes, dado que cada una corresponde a un gemelo.

Los fetos, ambos con vueltas de cordón, se acoplan al limitado espacio que comparten, uno en posición cefálica y el otro en podálica. Sus cordones umbilicales son representados con gran detalle, de modo que por transparencia, podemos ver que están formados por tres vasos enrollados en espiral: dos arterias y una vena. Aparecen separados por el tabique sagital, que forman las dos membranas amnióticas coaptadas, la una contra la otra.

En resumen, lo que el modelo anatómico está mostrando, es un embarazo gemelar con dos cavidades amnióticas separadas, con un corión común y dos placentas independientes.

## 1.2.-DAÑOS ESTRUCTURALES QUE PRESENTA LA PIEZA

Esta pieza sufre dos deterioros estructurales: una grieta profunda que recorre todo el hombro derecho y una restauración antigua inadecuada en el pecho izquierdo (figs. 3, 4).



**FIGS. 3, 4.-** A la izquierda *Embarazo gemelar*, vista posterior. A la derecha detalle de la vista anterior de la pieza. En azul se han marcado las zonas afectadas por una grieta estructural profunda, y, en rojo, el fragmento de pecho izquierdo adherido en una restauración anterior. Fotografías de la autora.

La grieta afectaba a varios de los estratos de cera, con lo cual, podía provocar una fragmentación mayor. La mama presentaba una mala adhesión (fig. 5).



**FIG. 5.-** Vista lateral del *Embarazo gemelar* donde se muestra el fragmento de pecho mal re-adherido. La unión no es perfecta, ni se ha reintegrado volumétricamente, con lo que presenta una gran separación respecto del resto del torso, que puede ser foco de acumulación de suciedad. Fotografía de la autora.

### **1.3.-PROCESO DE RESTAURACIÓN ESTRUCTURAL**

La grieta estructural que recorría el hombro se trató en primer lugar con adhesivo PVA, acetato de polivinilo, inyectado a jeringuilla dado el estrecho espacio que mostraba la misma. Puesto que se desconocía su profundidad, pero parecía afectar a varios estratos de la pieza, se hicieron cuatro inyecciones dejando secar 48 h. entre una y otra. En la cuarta, el PVA ya rebasaba la grieta por lo que se decidió detener la aplicación de adhesivo en ese momento. Se eliminó el remanente cuidadosamente con un hisopo embebido en agua desionizada, este adhesivo es soluble en la misma antes de curar, y se dejó secar todo el conjunto durante una semana.

Se eligió en este caso particular el PVA por su tensión máxima de adhesión elevada, dado que se concluyó de forma científico-experimental que, al ser aplicado en la unión de grietas de la pasta cerosa que conforma estas piezas, es absolutamente re-tratable. No provocará futuras deformaciones mecánicas en el modelo al retirarlo, ni arrastrará pasta original consigo en el despegue<sup>1</sup>. Por otra parte, tiene una capacidad de mojado excelente, como hemos observado con microscopía electrónica de barrido, dado que registra milimétricamente la superficie cérea sobre la que es extendido<sup>2</sup>. Mantiene una flexibilidad óptima y su degradación frente al envejecimiento es pequeña (véase capítulo VIII).

Curado el adhesivo por completo, se procedió a la reintegración estructural de la grieta ya estabilizada. Se preparó pasta 5 (2/3 de cera virgen de abejas + 1/3 de Parafina 56/58), dado que su coloración era similar a la del modelo, y, en caliente y fluida se fue rellenando la superficie de la rotura poco a poco (fig. 6). Se extendió una primera capa, por goteo, con un instrumento de odontología metálico de punta fina. Se templaba la herramienta para que la pasta de relleno no endureciera al entrar en contacto con la misma. Se dieron un total de 3 capas finas dejando secar entre estrato y estrato 24 h. Se iba controlando la temperatura de fusión de la pasta 5 al baño maría con un

---

<sup>1</sup> Consúltese a tal efecto la fig. 87 del capítulo VIII del presente estudio.

<sup>2</sup> Consúltese a tal efecto la fig. 86 del capítulo VIII del presente estudio.

termómetro de mercurio para que no rebasara el rango de fusión de la cera original (que empieza a reblandecer a 57 °C<sup>3</sup>), con objeto de no deformar el modelo. Así, la primera capa tenía una temperatura de alrededor de 54 °C y la última de 44 °C (fig. 7). Los estratos sucesivos debían de tener una temperatura inferior a los anteriores para no fluidificarlos.

Se utilizó esta pasta de relleno porque se determinó de forma científico-experimental que es la más adecuada para la reintegración de las lagunas volumétricas de los modelos de esta colección dado que, en relación a los mismos, resulta estable frente al paso del tiempo, compatible y re-tratable sin ocasionar daño alguno a la cera original ni al ser aplicada ni al ser retirada (capítulo IX). Al reintegrar permite trabajar a temperaturas de fusión de seguridad frente a la pasta original que conforma este modelo de rango de fusión medido de 57 – 85,5 °C, siendo el de la pasta de relleno de 43,2 – 64,9 °C. De igual modo, se determinó de forma experimental en probetas, que su enrasado físico con escalpelo en dirección perpendicular al plano de la laguna reintegrada es óptimo, terminando la nivelación, para que quede bien ajustada a los bordes de la laguna, de forma química, repasando con un hisopo embebido en la mezcla de disolventes LE7 de Cremonesi ( 30% de ligroína y 70% de etanol) sin insistir más de tres minutos.

Esta reintegración volumétrica, en particular, apenas necesitó enrasado (fig. 8), de modo que, tal y como se hizo en probeta, se pasó cuidadosamente un escalpelo por la misma y, a continuación, un hisopo embebido en la mezcla LE7 de Cremonesi (30% de ligroína + 70% de etanol).

Terminada su intervención se dejó sellar todo el conjunto. Con el tiempo no aparecieron desajustes ni grietas lo que corrobora en obra real que los datos experimentales obtenidos en materia de adhesivos y pastas de relleno (capítulos VIII y IX), son idóneos.

Finalmente se procedió a su reintegración cromática por puntillismo con acuarela y quedó restaurada por completo (fig. 9).

---

<sup>3</sup> Parámetro establecido científicamente por el método de los 4 hilos a través de una sonda PT-100 en el capítulo IX del presente estudio.





**FIG. 6.-** Pasta 5 en vaso de pírex al baño maría. La herramienta de aplicación de la misma se templaba ligeramente en contacto con el metal de la cacerola y, a continuación, se tomaba una pequeña cantidad de la pasta de relleno que se aplicaba rápidamente en la laguna para que no se secase.



**FIG. 7.-** Estabilizada la grieta se procede a su reintegración. En la imagen puede verse la aplicación de la última de las tres capas que se dieron de pasta de relleno. Se actúa sobre la laguna teniendo sumo cuidado en respetar el modelo. Siempre se operaba con guantes para no dejar residuos en las piezas.



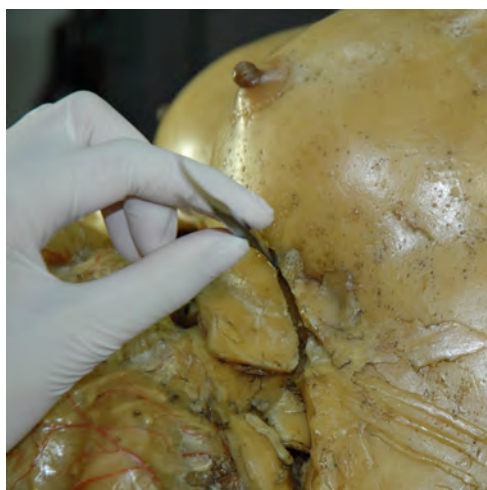
**FIG. 8.-**Detalle de las pocas zonas reintegradas que necesitaron de enrasado. La zona del hombro se observa ya nivelada. Nótese lo similares que son, en cuanto a coloración, la pasta 5 de relleno elegida y la original.





**FIG. 9.-** Grieta estructural que presentaba la escultura en cera del *Embarazo gemelar* completamente restaurada.

Por otra parte, dados los tiempos de curado que se debían dejar, se intervino el pecho izquierdo de la figura, que, como ya se ha comentado, presentaba una adhesión mal efectuada. En primer lugar, se decidió separar el fragmento de mama unido, se hizo de forma mecánica haciendo palanca y no supuso esfuerzo alguno (fig. 10). Ya separado (fig. 11) se guardó cuidadosamente envuelto en papel manila y se procedió a limpiar el interior de la cavidad en la que se había depositado mucho polvo. Para ello se utilizó una solución tampón de ácido fosfórico (fig. 12).



**Fig. 10.-** Retirada del fragmento de pecho erróneamente re-adherido. La grieta existente permitió introducir un instrumento odontológico y, haciendo palanca poco a poco se separó.



**FIG. 11.-** Retirada del fragmento mal adherido. Se desprendió sin problema, no se produjo rotura alguna.



**FIG. 12.-** La cavidad que quedaba mostraba la manufactura por capas de los modelos. Estaba llena de polvo que retiramos con una solución tampón de ácido fosfórico.



**FIG. 13.-** Antes de re-adherirlo se comprobó cómo encajaba el fragmento en el pecho.



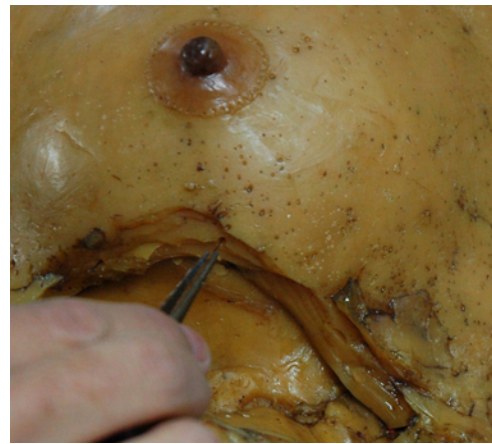
**FIG. 14.-** Pincelación en sendas partes de contacto con PVA.

El fragmento, se comprobó, que encajaba bien en el pecho, dejando lagunas grandes (fig. 13). Dado su peso se adhirió pincelando en sendas partes PVA (fig. 14), adhesivo que, experimentalmente, se determinó que era especialmente adecuado, no sólo por lo que ya se ha indicado al tratar la laguna estructural del hombro, sino también por su excelente fuerza adhesiva para unir piezas de gran tamaño (capítulo VIII). Se insertaron, para asegurar la fijación de la pieza al resto de la escultura, alfileres entomológicos de acero inoxidable, al modo en que Murrell y Besnainou describían la colocación de pernos como refuerzo. Para ello, con un termocauterío de punta muy fina se hicieron pequeñísimos agujeros enfrentados en una y otra parte (fig. 15) de la mama. Se colocaron los alfileres en los bordes de la cavidad del pecho y, aplicándoles calor con

espátula térmica, se introdujeron en los agujeros correspondientes (fig. 16). Se presionó la pieza con cuidado y se retiró rápidamente el remanente de adhesivo con agua desionizada. Se aseguró el conjunto con cinta, a modo de “tirantes”, y se ajustó a la cavidad con corriente de aire caliente de 45 °C (figs. 17, 18). Nuestra intención era utilizar washitape®, un tipo de celo japonés completamente neutro que no deja residuos, pero en este caso no resultaba resistente. Retiraríamos los posibles residuos de la goma de la cinta con Alcohol Absolute 100% que, ya se comprobó, no removía la pasta original.



**FIG. 15.-** Con la punta fina de una espátula térmica se fueron realizando pequeñísimos agujeros para colocar los alfileres.



**FIG. 16.-** Colocación de los alfileres previamente templados con pinzas de cirujano. Iban a asegurar una fijación fuerte.



**FIG. 17.-** Se aseguró el fragmento con cinta para que curara de forma adecuada sin desplazarse.



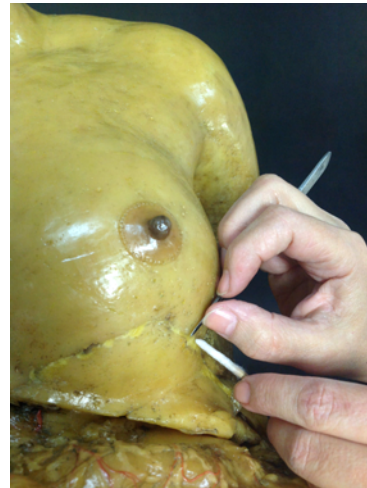
**FIG. 18.-** Con corriente de aire caliente de unos 45 °C se adaptó la pieza a la cavidad dado que se encontraba algo deformada.



Se dejó reposar la pieza así tratada durante cerca de una semana. Se comprobó que estaba perfectamente adherida y se procedió a la reintegración de las lagunas volumétricas que presentaba con la pasta 5 (fig. 19). La pasta 1 (Parafina 56/58) resultó experimentalmente adecuada, pero por la coloración de la cera original, se reintegró siempre con la pasta 5. Una vez seca se procedió a su nivelación físico-química (fig. 20). La mezcla de disolventes LE7 de Cremonesi, según se estableció experimentalmente, ha de darse sólo a la pasta de relleno, dado que a los 3 minutos de contacto con la pasta original la reblandece. Este proceso ha de ser por ello muy rápido y delicado ciñéndonos a la laguna (capítulo VIII). El resultado final de la restauración del pecho, como puede apreciarse en la fig. 21 fue muy bueno.



**FIG. 19.-** Proceso de reintegración de las lagunas volumétricas que quedaron entre el fragmento re-adherido y el resto de la mama.

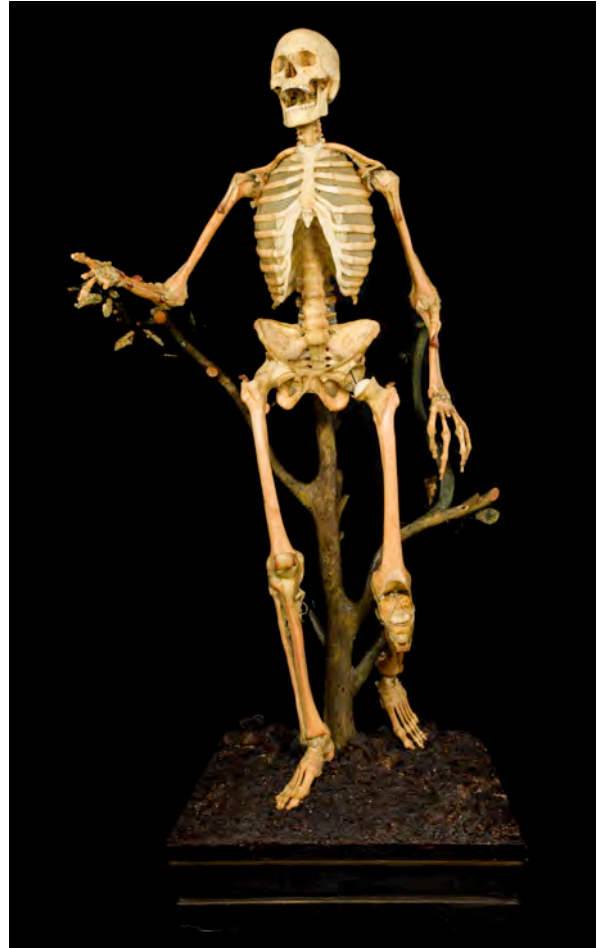


**FIG. 20.-** Nivelación físico-química de las lagunas, con escalpelo y un hisopo embebido en la mezcla de disolventes LE7.



**FIG. 21.-** Resultado final de la intervención estructural en el pecho. Fase de ajuste cromático de la laguna. Fotografía de Luis Castelo.

## 2.- ESQUELETO



**FIGS. 22, 23.-** Izda. *Esqueleto* antes de su restauración. Dcha. Restaurado. Fotografía de Luis Castelo. Cera. Museo Javier Puerta, UCM. Madrid, España.

### 2.1.-DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

El modelo anatómico, muestra los huesos del cuerpo humano, así como los ligamentos de algunas de las articulaciones, y la inserción de los músculos más relevantes.

La cabeza consta de todos los huesos que forman el cráneo y la cara. Así, pueden observarse, los detalles interiores de las fosas orbitarias, de la nariz y la boca, y las articulaciones y ligamentos de la base del cráneo y de la columna vertebral cervical.

El cuello describe sus siete vertebrae, de forma osteo-ligamentosa, en visiones anterior, lateral y posterior.

El tórax está en posición de inspiración. Sus 12 pares de costillas, con sus respectivos cartílagos costales, están unidos al esternón, excepto las dos últimas, llamadas flotantes. Entre los espacios intercostales, se puede observar, una lámina transparente que es la fascia endotorácica.

Las regiones lumbares y sacrococcígea, incluyen las vertebrae que las forman con todos sus ligamentos y detalles óseos. De esta manera, se puede completar la visión del sacro, con la de los coxales, formando una pelvis que, por los detalles morfológicos parece ser femenina. De hecho, el ángulo subpúbico es abierto en lugar de muy cerrado como lo es en el caso de los individuos masculinos.

En las extremidades superiores del lado derecho, se muestran todas las articulaciones con sus cápsulas y refuerzos, los ligamentos intrínsecos y extrínsecos, mientras que en la parte izquierda, solo está abierta la articulación escapulohumeral, para exponer el rodete cotiloideo que amplía la superficie articular escapular. El único músculo representado es el bíceps braquial, del que se ve su porción corta, situada en la apófisis coracoides de la escápula que tiene en común con los músculos pectoral menor y coracobraquial. Asimismo, puede observarse como sale de su origen intra-articular de la escápula la porción larga y su inserción en la tuberosidad bicipital del radio.

En relación a las articulaciones de las extremidades inferiores, se observan las siguientes diferencias: las del lado derecho, están ocultas por su cápsula y por los ligamentos intrínsecos y extrínsecos, mientras que las del izquierdo están abiertas para describir los detalles anatómicos internos. En la coxofemoral, se puede ver el ligamento redondo. En la rodilla, los meniscos y los ligamentos cruzados, y en el tobillo, el ligamento del seno del tarso.

## 2.2.- DAÑOS ESTRUCTURALES QUE PRESENTA LA PIEZA

Los principales daños estructurales sufridos por esta figura, se centraban en: toda la articulación de la rodilla izquierda, que se había separado y estaba en suspensión (figs. 24, 25), el fémur derecho que aparecía partido (fig. 26) y las manos con fracturas y pérdidas de dedos (figs. 27, 28), algunos de los cuales se conservaban.



**FIGS. 24, 25.-** Articulación de la rodilla izquierda del esqueleto. Aparece flexionada, con el fémur dirigido hacia delante y la tibia y peroné hacia atrás. Mostraba una grave desunión tal y como se observa en las figuras laterales de la misma, que hacían que la parte de la pierna se mantuviera en suspensión.



**FIG. 26.-** Fémur izquierdo fracturado





**FIGS. 27, 28.-** Aquí puede observarse como la mano derecha del esqueleto presentaba numerosas fragmentaciones con pérdida de dedos. En la fig. 28 se muestran los que se han conservado, que, a su vez, sufren desuniones importantes.



## 2.3.-PROCESO DE RESTAURACIÓN ESTRUCTURAL

La rodilla, dado que era una pieza estructuralmente muy importante para mantener el equilibrio de la escultura, se adhirió con PVA, por las propiedades que se exponen de forma experimental en el capítulo VIII de este estudio, tal y como ya se ha comentado con anterioridad en el presente capítulo. Se operó de la misma forma que en la grieta estructural que recorría el hombro del embarazo gemelar, intervención ya descrita, tanto a nivel de adhesiones como de reintegración volumétrica. Primero se estabilizó la fractura, se dejó reposar con cintas cerca de una semana (fig. 29) para que el adhesivo curara de manera adecuada asegurando una unión fuerte. A continuación, la laguna volumétrica dejada por la grieta se reintegró volumétricamente (figs. 30, 31) con la pasta cerosa de relleno 5 del modo ya indicado en la pieza del primer apartado, dada la idoneidad de la misma. Como puede observarse en la fig. 32 el resultado de la restauración fue excelente.



**FIGS. 29, 30, 31.-** Proceso de intervención estructural en la rodilla del esqueleto.

**FIG. 32.-** Vista posterior de la rodilla del esqueleto finalizada su restauración. Como puede verse, apenas es apreciable.

El fémur partido se intervino de la misma manera que la rodilla según puede verse en las imágenes (figs. 33, 34) con un resultado final óptimo (fig. 35).



**FIG. 33.-** Resultado de la adhesión del fémur con PVA.



**FIG. 34.-** Laguna creada por la fractura reintegrada volumétricamente con la pasta que experimentalmente dio mejores resultados para estas piezas, a base de 2/3 de cera virgen de abejas + 1/3 de Parafina 56/58, previo a su nivelación físico química.



**FIG. 35.-** Fémur del esqueleto concluida su restauración. Nivelada la pasta 5 de relleno y reintegrada cromáticamente con acuarela.

En relación a las manos, en primer lugar se identificaron qué dedos de los conservados encajaban en las mismas. Una vez localizados se trataron a parte, re-adhiriéndolos con Vinavil® 59. Se eligió este adhesivo porque en la pruebas experimentales dio muy buen resultado para piezas de este tipo. Previamente se realizaron ensayos con otros dos adhesivos. Por un lado se preparó cola de pescado al 30% en agua desionizada que se mezcló con almidón de trigo al 20% en agua desionizada al modo en que indica Lang. Se dejó curar 24 h. y la unión resultó débil. Por otra parte se prepararon 30 g. de Tylose® en 1 l. de agua desionizada y se aplicó como médium intermedio en sendos bordes del dedo a unir, silicona transparente, tal y como indica el equipo de Gabbriellini. Se dejó curar 48 h. e, igualmente, la unión resultó muy débil. Se optó por retirar todo y adherir los dedos fracturados con Vinavil® 59 y, en 12 h., el curado era resistente y adecuado (figs. 36, 37).



**FIGS. 36, 37.-** Proceso de re-adhesión de los dedos fragmentados. Se pinceló Vinavil® 59 en sendos bordes de la rotura, se retiró el remanente al presionar con las manos y se dejó curar el adhesivo reforzando la adhesión con washitape.



Los dedos no precisaron reintegración volumétrica. Tras una semana de curado se colocaron en la manos, ya preparadas, del esqueleto por anastilosis (figs. 38, 39) del mismo modo en que se fueron realizando el resto de adhesiones ya comentadas.



**FIGS. 38, 39.-** Colocación y adhesión de los dedos ya restaurados en su lugar correspondiente.

Aquí, ha de realizarse un inciso. Dado que las falanges eran piezas de poco peso que no presentaban deformaciones ni la necesidad de reintegración volumétrica, se intentó ensayar en el dedo que aparece en la fig. 38 una reintegración estructural desmontable mediante imanes de neodimio. Se pidieron a Alemania, a la casa supermagnete. Con anterioridad se pesó la falange a unir en balanza. Pesaba 15 gr. lo que indicaba la fuerza de los imanes a solicitar, asimismo se midió el diámetro de sendas partes del dedo para que éstos tuvieran el tamaño adecuado. Se concluyó pedir dos tipos:

- Discos magnéticos de 1.5 mm de diámetro, 0.5 mm de alto, niquelados que soportaban una temperatura de servicio máxima de 80 °C y una fuerza de sujeción de 30 g. Para colocar uno en la falange partida y separada del resto de la mano.
- Cubos magnéticos de 5 mm, niquelados con una temperatura de servicio máxima de 80 °C y una fuerza de sujeción de aproximadamente 1.1 kg. Con objeto de colocarlo en la sección del dedo unida al resto del esqueleto.

Dadas las fuerzas de sujeción se intentó utilizar los cubos magnéticos de imantación más potente en sendas partes del dedo, sin embargo, si bien, según se había medido, era posible insertar uno en la parte del dedo unida al resto de la pieza, no existía espacio suficiente en el trozo de falange desprendido. De modo que para éste se utilizaría uno de los imanes de neodimio en forma de disco, cuyo tamaño resultaba adecuado. En ambos fragmentos se retiró con una espátula térmica de punta muy fina la pasta original necesaria para alojar con cuidado los imanes a presión y enrasados con la superficie de unión (figs. 40, 41, 42).



**FIGS. 40, 41, 42.-** Proceso de inserción de los imanes de neodimio en las falanges del dedo del esqueleto a unir.

Este dedo forma un ángulo de  $90^\circ$  con el suelo sobre el que reposa el modelo anatómico. Terminada la operación, al ir a unirlos, las falanges resbalaban una respecto de la otra. A continuación se expone la explicación física de por qué esta reintegración desmontable, en este caso particular no funcionó:

Los imanes, por sí mismos, son capaces de soportar mucho más peso que el que supone la pieza que queremos sustentar. Siendo necesaria una fuerza mínima de  $0,3\text{ N}$  (30 gramos) para poder separar las piezas unidas en dirección perpendicular.

En el caso de sujetar la pieza despegada del dedo, la fuerza que tendrán que soportar no llega a este valor, ya que el peso del dedo a reconstruir es de  $15\text{ g}$  (lo que representa una fuerza de  $0,15\text{ N}$ ). No obstante, en este caso (mano extendida en horizontal) el sistema de fuerzas es más complejo pues aparecen fenómenos que no sucederían si el dedo se encontrara en posición vertical (situación de fuerzas uniaxial).

Por un lado, el dedo se encuentra en horizontal en voladizo lo que da lugar a un momento  $M$  (ver figura 43) de las fuerzas que tiende a separar más fácilmente los imanes que con una fuerza uniaxial. Pero esto no ocurre, ya que el dedo no se separa abruptamente de la base, sino que desliza suavemente respecto de la mano. Es decir, la fuerza magnética no es suficiente como para compensar el momento de la fuerza gravitatoria.

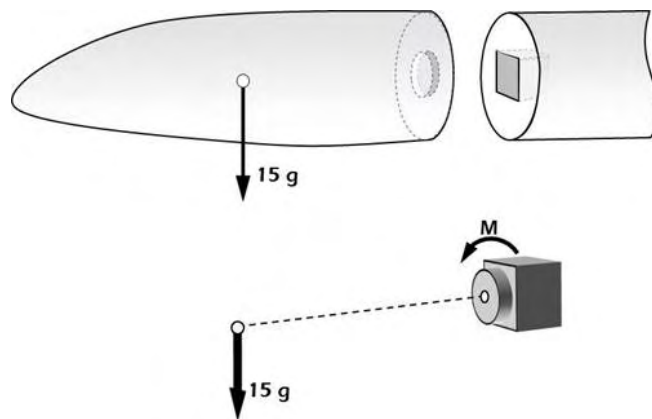


FIG. 43.- Esquema adjunto a la explicación.

Téngase en cuenta que en este caso, al tener la fuerza de la gravedad actuando en perpendicular a la que ejercen los imanes (según el eje del dedo) aparecen fuerzas de deslizamiento verticales. Estas fuerzas son perpendiculares a las magnéticas y tienen que ser compensadas por las de rozamiento entre las superficies del sistema. Ya no es suficiente que la fuerza magnética sea superior a la creada por el peso de la pieza, sino que la fuerza de rozamiento entre ambas partes del dedo tiene que ser mayor que la fuerza de gravedad actuante.

Dado que en este caso el coeficiente de rozamiento entre superficies en contacto es pequeño (dada la propia naturaleza de los materiales céreos), el efecto de la fuerza magnética (trasformada en fuerza de rozamiento en dirección perpendicular a su dirección original) se reduce enormemente al ser multiplicada por el factor del coeficiente de rozamiento (puede ser muy inferior a uno, e incluso cercano a cero). De esta forma, las fuerzas de rozamiento originadas por los imanes terminan siendo inferiores a las de la gravedad.

Consecuencia de todo lo anterior es lo observado experimentalmente: el dedo desliza respecto de la base sobre la que se coloca, aunque no se separe bruscamente, y termina cayendo (fig. 44). Motivo por el cual este sistema, para este caso particular, no es aplicable.



**FIG. 44.-** Si no se sujetaba el dedo con la mano éste acababa por deslizar y caer.



A continuación, se presentan las imágenes correspondientes a las manos terminadas de restaurar (figs. 45, 46, 47). El resultado obtenido con el adhesivo PVA es excelente del modo en que se pronosticó de forma experimental en el capítulo VIII del presente estudio.



**FIG. 45.-** Mano izquierda del esqueleto previa a su intervención estructural.



**FIG. 46.-** Mano izquierda del esqueleto completamente restaurada.



**FIG 47.-** Mano derecha del esqueleto finalizada su intervención estructural.



### 3.- TORSO LINFÁTICO



**FIGS. 48, 49.-** *Torsor linfático* (Izda.) sin restaurar (Dcha.) restaurado. Fotografías de Luis Castelo. Cera. Museo Javier Puerta, UCM. Madrid, España.

#### 3.1.-DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Este modelo anatómico, está destinado a mostrar el sistema linfático superficial de la cabeza, el cuello, el tórax, el abdomen supra-umbilical, y sus zonas de drenaje.

Se observa un collar de nodos linfáticos que rodean y configuran la frontera entre las regiones cervical y cefálica. Son, en concreto, los nodos mastoideos, parotídeos, submandibulares y mentonianos. Asimismo, destacan los nodos más altos de la cadena cervical profunda o yugular interna, lugar de preferencia en el drenaje de los nodos anteriormente citados.

En la región axilar izquierda queda perfectamente expuesta la cadena de nodos axilares que reciben la linfa del abdomen, de la extremidad superior, el tórax y la región de la espalda.

Todo este conjunto de conductos linfáticos superficiales y nodos, se encuentra apoyado en un lecho de musculatura donde se representa asimismo el sistema venoso superficial.

En la cabeza se distingue la disposición precisa de la musculatura mínima y masticadora con la parótida y las venas y arterias faciales. En el cuello y en la nuca, aparecen representadas las venas yugulares, la laringe, la glándula tiroidea y la tráquea, junto a los músculos esternocleidomastoideo, trapecio e hioideos.

En el torso, se pueden observar igualmente, los músculos pectorales, los serratos anteriores, los oblicuos externos, el trapecio, el deltoides y el dorsal ancho.

### 3.2.- DAÑOS ESTRUCTURALES QUE PRESENTA LA PIEZA

El único daño que tenía el torso linfático, de tipo estructural, eran vasos des-adheridos (fig. 50).



**FIG. 50.-** Ejemplo de vaso linfático des-adherido a la altura de la nuca del torso.

### 3.3.-PROCESO DE RESTAURACIÓN ESTRUCTURAL

Tal y como se estableció experimentalmente, el adhesivo Lascaux® 498 HV sólo admite la adhesión de *piezas pequeñas* dado que presenta una tensión máxima de adhesión relativamente baja y no sufre degradación con el envejecimiento, ésta es mínima, más bien parece que aumenta. Su eliminación del material céreo base es sencilla dado su muy bajo módulo de elasticidad, por lo que resulta re-tratable (capítulo VIII). Por todo ello se convino que era el idóneo para adherirlos al resto de la pieza, dado que estos vasos son piezas muy ligeras conformadas por hilos de seda recubiertos de cera.

Se aplicaba una gotita de Lascaux® 498 HV, se presionaba con un instrumento odontológico de metal suavemente y se dejaba curar unos minutos manteniendo la presión (fig. 51). En 24 h. el adhesivo había curado por completo.



**FIG. 51.-** Proceso de adhesión de los vasos linfáticos.

En todas las piezas a estudio intervenidas, los resultados experimentales obtenidos en relación a los adhesivos y pasta de relleno idóneos para estos modelos particulares, han sido absolutamente óptimos en su aplicación en obra real.

## **RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

---





## 1.-RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio han sido:

**1.-**El conocimiento de la evolución histórica del empleo de la cera por el hombre a través del estudio documental y bibliográfico.

La cera dada su capacidad de emular el aspecto del cuerpo muerto, siempre tuvo en la historia del hombre un papel importante como sustituto del cadáver, desde el Antiguo Egipto al siglo XX, desempeñando diferentes funciones:

- Rememorar la ausencia física mediante las máscaras mortuorias y la retratística.
- Carácter mágico siendo utilizada en ceremoniales de magia negra, en brujería y encantamientos, de carácter positivo o negativo, a través de amuletos, *pupae* o *defixiones*.
- Como agradecimiento a una divinidad sanadora por un beneficio recibido en forma de ex – votos.
- Como material escultórico de esbozo para dibujo y pintura, destacando a Michelangelo y Canova o como material ya definitivo de la manos de Degas y Medardo Rosso.
- Carácter religioso moralizante en un intento de acercamiento de esta anatomía corporal a un público no versado con la intención de educarlo sobre los efectos de los vicios y las consecuencias que conllevaban. Así, a través de los *teatrini* del primero de los grandes cero-escultores de que se tiene noticia: Zumbo. Creaciones a las que les siguieron la aparición de galerías de personajes que conformaron los conocidos como *Museos de Anatomía popular*.

**2.-** La utilización de la cera en la elaboración de modelos anatómicos para la instrucción médica. Estudio de las diferentes Escuelas Europeas y sus características distintivas.

Hacia el siglo XVII la disección del cadáver era considerada por la Iglesia como una profanación religiosa por lo que sólo se practicaba una o dos veces al año, en público, en los llamados *teatros de anatomía*. Mientras tanto, frente a la dificultad de disponer de

cuerpos, la medicina se enseñaba a través de las ilustraciones y grabados anatómicos recogidos en tratados específicos sobre la materia. Los anatomistas expresaron la necesidad de piezas en tres dimensiones. Es aquí cuando surge el modelo anatómico en cera con fines didácticos y científicos. Antes y ahora, la cera se enarbola como material idóneo para recrear la realidad de la piel en su plenitud, de ahí que fuera elegida para llevar a cabo los modelos anatómicos en cera. Fue elegida como equivalente de la piel y los órganos por ser un material antropomórfico, muy plástico, con facilidad para adoptar múltiples formas y reproducir con elevada semejanza la opalescencia de nuestra piel, lo que incrementa la sensación de veracidad, que es lo que se buscaba.

Dado que estos artefactos iban a tener una función docente se realizaron en los gabinetes de anatomía y ceroplástica de las principales universidades europeas. Las escuelas italianas, destacando Bolonia, centro fundado en 1711 y Florencia, *La Specola*, fundada en 1775, por el naturalista Felice Fontana. Los modelos boloñeses se caracterizaban por estar hechos con una base de huesos naturales sobre los que se iban añadiendo capas de cera. Florencia introduce una innovación importante: el uso de moldes y el proceso de vaciado, los modelos florentinos se realizaron por entero en cera. La escuela francesa, donde destaca André-Pierre Pinçon. Estos modelos son más toscos y menos refinados que los italianos, si bien hay que recordar que esta escuela se centró en el desarrollo del *moulage* dermatológico, de la mano de Jules Baretta, que mostraba enfermedades víricas de la piel y venéreas con un realismo casi repulsivo muy lejos de la idealización italiana. Ya a finales del siglo XVIII y durante el XIX, los cero-escultores, animados por el espíritu de verosimilitud inculcado por los cirujanos se acercan cada vez más al cadáver, y así aparece la escuela inglesa y su único cero-escultor, Joseph Towne, cuyas ceras parecen recién salidas de la mesa de disección. En relación a las escuelas austriaca y alemana, alcanzaron su máximo esplendor a finales del siglo XVIII, muy influidas por las de *La Specola*, aunque en Viena, su factura por J. N. Hofmar y en Alemania, por Paul Zeiller son del todo científicas.

**3.-** A través de la consulta de manuscritos de época se ha ahondado en el caso particular de la Escuela española hasta llegar a la actual Colección *Javier Puerta*.

España también gozó de una escuela de ceroplástica, muy influida en cuanto a manufactura por la escuela italiana, desarrollada en el gabinete madrileño del Real Colegio de Cirugía de San Carlos, fundado por Real Cédula, en 1780, por el entonces monarca Carlos III, quien expresó la necesidad de que tal Colegio dispusiera de una colección de modelos artificiales en cera. Lo construyeron y establecieron su reglamento, los cirujanos Antonio de Gimbernat y Mariano Rivas, que fueron nombrados sus directores perpetuos y se gobernó con absoluta independencia del Tribunal del Protomedicato. No obstante, se tienen noticias, de que por *Real Orden de 1752*, se encargaron, al cirujano de la corte José Fernández, la compra de figuras de cera en París. En relación al gabinete madrileño se precisaba contratar a un escultor brillante en el tratado de la cera y a un modelador exquisito, que estuvieran instruidos en anatomía. Según el *Libro de representaciones* tales puestos recayeron respectivamente en Juan Cháez, en 1788, y en el italiano Luigi Franchesqui, en 1790, bajo la supervisión del cirujano y disector Ignacio Lacaba. Según se deduce de la lectura de los antiguos manuscritos que se conservan del Colegio, trabajaron juntos durante veinte años, hasta 1806. En los mismos se habla de la elaboración de 57 piezas obstétricas basadas en las láminas de Smellie y Hunter que culminará con la escultura de cuerpo entero que aparece referenciada como *Mujer a término yacente o Parturienta con el vientre abierto*, cuya factura pudo comenzarse en 1790 y terminarse en 1794. Así como diversas piezas del aparato locomotor y del sistema linfático. A partir del año 1815, los manuscritos se ven interrumpidos y se continúan una tras otra sus hojas en blanco hasta el cierre del Colegio en el año 1928. El actual museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid es heredero y alberga en la actualidad parte de este maravilloso legado.

**4.-**La manufactura de un modelo anatómico sigue siendo un misterio a día de hoy dado que todos los cero-escultores que trabajaron en los mismos mantuvieron en secreto las pastas cerosas que utilizaban y las técnicas con las que les daban volumen. No obstante, el estudio bibliográfico, a través de diversos especialistas en el campo, nos da ciertas nociones sobre la materia. Utilizaban como materiales constitutivos las pastas de cera formadas por una base de cera y una serie de aditivos, cuyas recetas varían de una escuela a otra. Se piensa que pudieron crear sus mezclas a partir de la literatura técnica



de los tratados y recetarios de Plinio, Dioscórides, Gaurico, Teófilo, *Filarete*, Vasari, Carradori, Cellini y Armenini.

La pasta de cera utilizada en el gabinete madrileño objeto de estudio, hacia 1796, según citan Jaime Bonélls y Lacaba en su *Curso completo de Anatomía del cuerpo humano* constaba de 6 partes de cera blanca muy transparente o cera común purificada, 3 partes de aceite de Trementina de Venecia y 1 parte de manteca de cerdo como plastificantes. Análisis químicos posteriores han revelado que también contiene resina de Estrasburgo como endurecedor. En la escuela Española se utilizaron colorantes como la *laca* superfina y pigmentos molidos en aceite de nueces destacando el bermellón, el albayalde, el Prusia, carmín y tierra sombra.

El proceso escultórico se protegió celosamente en todas las escuelas. Se piensa que en la española, a partir de disecciones, dibujos, láminas, preparaciones secas o inclusive el cadáver tibio, Cház realizaba un modelo en barro o cera de baja calidad del que se sacaban moldes de yeso. Franchesqui reproduciría los modelos por coladuras de cera en capa fina de 1 a 3 cm. Las esculturas son en su mayoría huecas, constando las grandes de un armazon de hierro a modo de esqueleto sustentante, y siendo todas rellenas con estopa embebida en cera. Para el acabado brillante irisado se pulían, se realizaba un tallado fino para la estriación de los músculos, se colocaban los vasos, nervios y membranas, los cabellos naturales uno a uno, se ajustaba el color con veladuras y se barnizaban para protegerlas.

**5.-** Tras un amplio estudio sobre los principales deterioros estructurales que presentan los modelos anatómicos en cera de la Colección *Javier Puerta*, respetando siempre las recomendaciones de conservación-restauración para este tipo de artefactos y teniendo en cuenta las intervenciones en materia de adhesivos y pastas de relleno realizadas hasta el momento en estas piezas, se desarrolló un amplio estudio experimental en laboratorio para nuestro caso particular.

Aunque sería necesario mucho más trabajo para realizar aseveraciones con absoluta rotundidad, la tendencia general de los resultados obtenidos nos permite afirmar que los adhesivos más adecuados para las probetas de pasta original envejecidas son:

- PVA. Permite la adhesión de *piezas grandes*.
- LASCAUX® 498 HV. Sólo admite la adhesión de *piezas pequeñas*.
- VINAVIL® 59. Permite la adhesión de *piezas grandes*. Muestra unas características muy similares al PVA con la ventaja de que tiene un pH neutro.
- MOWITAL® B 60 HH. Admite como máximo la adhesión de *piezas de tamaño mediano*.

Todos ellos, para este caso particular, han resultado fáciles de preparar, re-tratables, muy adhesivos con un tiempo de curado adecuado, flexibles, estables y compatibles con el material céreo base.

Respecto a las características físicas y mecánicas de la pasta de relleno más adecuada para las ceras de la Colección *Javier Puerta*, se concluyó lo siguiente:

La pasta original tiene un rango de fusión medido de 57 – 85,5 °C. Por lo tanto, para la reintegración volumétrica de las pérdidas de materia se han de utilizar ceras o pastas de cera que posean un intervalo de fusión inferior a éste. La pasta idónea resultó ser la mezcla compuesta por 2/3 de cera de abejas y 1/3 de Parafina 56/58. Además de permitir una reintegración volumétrica por capas a temperaturas de seguridad, es muy estable al envejecimiento, fácil de trabajar, compatible con la cera de los modelos y reversible físico-químicamente con escalpelo y la mezcla LE7 de disolventes de Cremonesi (30% ligroína + 70% etanol).

**6.-**En el momento presente, los modelos anatómicos de cera de la colección a estudio, se encuentran cubiertos de una capa de partículas de polvo y una capa de barniz muy oxidado y oscurecido. Su estado, a nivel mecánico, es frágil, debido a la falta de control de las fluctuaciones de temperatura que los rodea, creando en los mismos daños estructurales. Se expone la metodología de restauración estructural, en base a todo el estudio teórico-experimental realizado, de tres piezas significativas: *El embarazo gemelar*, *El Esqueleto* y *El torso linfático*. Los adhesivos y la pasta de relleno que, experimentalmente, resultaron más adecuados, según se ha visto, fueron los empleados a nivel técnico. Los resultados fueron muy buenos de lo que se concluye que todos los datos experimentales obtenidos son óptimos en su aplicación a la obra real objeto de estudio.

## **2.-CONCLUSIONES**

Tras el amplio estudio teórico y experimental desarrollado en la presente investigación sobre la ceroplástica, a fin de resolver los daños estructurales que presentan los modelos anatómicos en cera, en materia de prevención, preservación y restauración directa, y dados los buenos resultados obtenidos en nuestro caso particular, podemos concluir los siguientes puntos que consideramos absolutamente novedosos en el campo abordado:

**1.-** Se han comprobado y confirmado los problemas de conservación que muestran este tipo de artefactos, estableciendo los agentes de deterioro intrínsecos y extrínsecos que les afectan.

**2.-** Dado que no existen criterios específicos para la intervención de este tipo de obras se han estudiado y reunido las recomendaciones de conservación-restauración para las mismas.

**3.-** Se ha establecido la siguiente tipología de daños, inexistente hasta el momento: fisuras, laminaciones, grietas estructurales, desuniones, fragmentaciones, lagunas volumétricas y pérdida de fragmentos. Consideramos que es fundamental saber a qué nos enfrentamos para poder tratarlo de forma adecuada.

**4.-** Se ha hecho un laborioso estudio y compendio de las restauraciones estructurales realizadas por otros investigadores en materia de adhesivos y pastas de relleno, que puede resultar muy útil a otros restauradores en la materia.

**5.-** Se han establecido unos criterios experimentales para la selección de adhesivos y pastas de relleno de restauración de daños estructurales en ceras que funciona y que podría aplicarse, a modo de protocolo, a otras Colecciones de este tipo y objetos en cera en general.

## **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS**

---



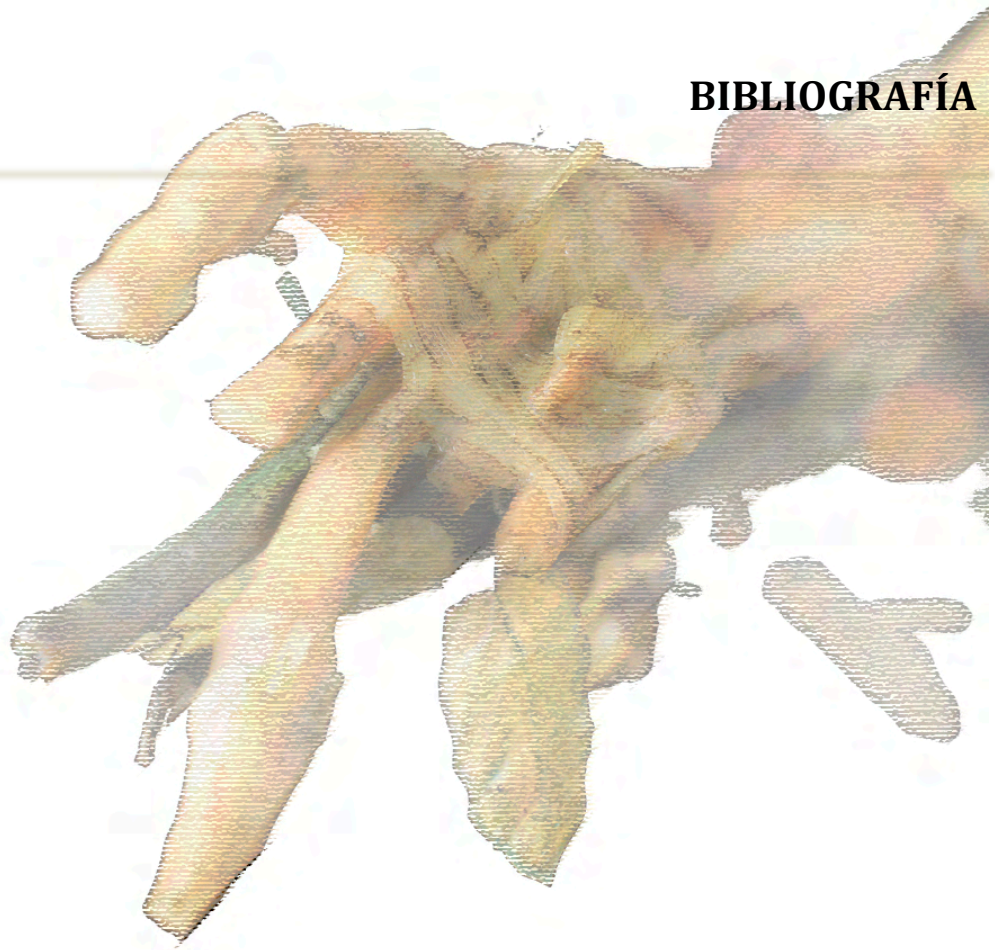


Tras el estudio elaborado, se considera desarrollar los siguientes trabajos a futuro:

- El diseño de nuevas probetas más adecuadas para la caracterización de pastas cerosas, de forma que las fuerzas de rotura sean mayores y los errores se minimicen.
- El desarrollo de técnicas experimentales para la medida de deformaciones por métodos ópticos, lo que evita tener que poner ningún extensómetro de contacto sobre la probeta, lo cual puede producir deformaciones locales indeseables.
- El análisis de la influencia de la temperatura de ensayo en el comportamiento mecánico de las ceras y de los adhesivos.
- La optimización de la técnica de adhesión de las probetas de tracción.



## BIBLIOGRAFÍA







## TRATADOS Y RECETARIOS

**Armenini**, Giovanni Battista. *De los verdaderos preceptos de la pintura*. Madrid: Visor, 1999.

**Averlino**, Antonio di Pietro, *Trattato di architettura* (1461-1464). Milano: Il Polifilo 1972.

**Bonélls** Jaime e Ignacio Lacaba. *Curso completo de anatomía del cuerpo humano*. Tomo V. Madrid: en la oficina de Don Francisco Martínez Dávila, impresor de Cámara de S. M., 1820.

**Boy**, Jaime. *Diccionario teórico, práctico, histórico y geográfico de comercio*. Barcelona: Imprenta de Valentín Torras, 1839.

**Carducho**, Vicente. *Diálogos de la Pintura: su defensa, origen, ese[n]cia, definición, modos y diferencias*. Madrid: Edición de Francisco Calvo Serraller, 1979.

**Carradori**, Francesco. *Istruzione Elementare per gli Studiosi della Scultura*. Firenze: Tipografia della Società Letteraria, 1802.

**Cellini**, Benvenuto. *Tratados de orfebrería, escultura, dibujo y arquitectura*. Madrid: Akal, 1989.

**Cennini**, Cennino. *El libro del Arte*. Madrid: Akal, 1988.

**Dioscórides**, Pedanio. *De materia medica*. Berlín: M. Wellman, 1907.

**Duhamel Du Monceau**, Henri Louise. *Arte de cerero*. Madrid: Imprenta Pedro Marín, 1777.

**Gaurico de Nápoles**, Pomponio. *Sobre la escultura*. Madrid: Akal, 1989.

**Gauthier D'Agoty**, Jaques Fabian. *Exposition Anatomique de la Structure Du Corp Humain*. Marseille: Chez M. Vial. De l'Imprimerie d'Antoine Favet, Imprimeur du Roi, de la Ville & Librairie fur le Port, 1759.

**Margival**, Françoise. *Cires, encaustiques, produits d'entretien. Nouvelle Coleccion des Recueils de Recettes Rationelles*. Paris: Desforges, 1937.

**Le Normand**, Louis-Sébastien. *Manuel du Chandelier, du cirier, et du fabricant de cire a cacheter*. Paris: Roret, 1836.

**Lebrun**, D. Magnier. *Nouveau manuel complet du moleur*. Paris: Encyclopédie-Roret, nº 12, 1850.

**Pacheco**, Francisco. *El arte de la pintura*. Madrid: Catedra, 2001.

**Palomino**, Antonio. *El Museo Pictórico y escala óptica*. Madrid: Aguilar ediciones, 1988.

**Plinio Cecilio Segundo**, Cayo. *Historia Natural*. Venecia: Domenichi L., 1603.

**Plinio Cecilio Segundo**, Cayo. *Historia Natural*, Traducida por Gerónimo Huerta. Madrid: Juan González, 1629.

**Plinio Cecilio Segundo**, Cayo. *Historia Natural*. Traslada y anotada por el Doctor Francisco Hernández. Tomo II a. Madrid: Visor, 1998.

**Smellié**, William. *A sett of anatomical tables, with explanations, and an abridgement, of the practice of midwifery*. London: printed (s. d.), 1754.

**Smellié**, William. *Observations sur les accouchemens ou suite de la theorie et pratique de cet art*. Tome II. Paris: Chez Delaguette. M. DCC: LVI.

**Valverde de Hamusco**, Juan. *Historia de la composición del cuerpo humano*. Roma: Antonio Martínez de Salamanca, 1606.

**Vasari**, Giorgio. *Lives of the most eminent Painters, Sculptors and Architects 1511-1574*. London: Jonathan Foster, 1850.

**Vasari**, Giorgio. *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori ed architettori, nelle redazione del 1150 e 1568*. Firenze: Sansón, 1966.

**Vasari**, Giorgio. *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, de Cimabue insino a' tempi nostri: nell'edizione per i tipi di Lorenzo Torrentino, Firenze 1550*. Torino: Einaudi, 1991.

**Vasari**, Giorgio. *Vidas de grandes artistas*. Traducción de Antonio Espina. México: Porrúa, 1996.

## ORDENANZAS, NORMATIVAS Y DOCUMENTOS DE ARCHIVO

*Acuerdos*. Madrid, 1796-1800 (BH MSS 929) (Manuscrito).

Archivo Histórico Nacional [AHN] (Madrid), Sección de Consejos Suprimidos, Legajo 5464. Expediente 14, Representación de Francisco Antonio de Zunzunegui, 1783.

ASF. Imperiale e Reale Corte Lorenese, pezzo 5251. Filza di affari e conti del Real Gabinetto di Fisica dal 1777 al 1780.

Carta de Atenas, 1931.

Acceso el 1 de abril de 2015. [http://ipce.mcu.es/pdfs/1931\\_Carta\\_Atenas.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1931_Carta_Atenas.pdf)

Carta de Venecia, 1964.

Acceso el 4 de noviembre de 2010. [http://www.icomos.org/docs/venice\\_es.html](http://www.icomos.org/docs/venice_es.html)

Carta del Restauro, 1972.

Acceso el 1 de abril de 2015. [http://ipce.mcu.es/pdfs/1972\\_Carta\\_Restauro\\_Roma.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1972_Carta_Restauro_Roma.pdf)

Carta del Restauro de Bruselas, 1987.

Acceso el 1 de abril de 2015. [http://ipce.mcu.es/pdfs/1987\\_Carta\\_BienesMuebles-Italia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMuebles-Italia.pdf)

Carta Italiana del Restauro, 1932.

Acceso el 1 de abril de 2015.

[http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta\\_restauero%20\\_1932.pdf](http://www.brescianisrl.it/newsite/public/link/Carta_restauero%20_1932.pdf)

Carta Italiana del Restauro, 1987.

Acceso el 4 de noviembre de 2010.

[http://ge-iic.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=433&Itemid=49](http://ge-iic.com/index.php?option=com_content&task=view&id=433&Itemid=49)

Convención de La Haya, 1954.

Acceso el 1 de abril de 2015. [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=13637&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13637&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)

*Copia de [Reales] Órdenes, representaciones y respuestas: 1787 a 179[9].* Madrid, 1787-1806 (BH MSS 928) (Manuscrito).

*Directrices profesionales de E.C.C.O.: la profesión y su código ético.* 2002. Artículo 11.

Acceso el 4 de noviembre de 2010.

[http://ge-iic.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=221&Itemid=49](http://ge-iic.com/index.php?option=com_content&task=view&id=221&Itemid=49)

*Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.* BOE 29-06-1985. Acceso el

4 de noviembre de 2010. <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1985-12534>

*Libro de Acuerdos para el R[ea]l Colegio de Cirugía de S[a]n Carlos establecido en Madrid, año de 1787.* Madrid, 1787-1804. (BH MSS 930) (Manuscrito).

*Libro de cuentas: entradas y salidas del caudal de dotación señalado al R[ea]l Colegio de San Carlos, establecido en Madrid: año de 1787 [-1815].* (BH MSS 926) (Manuscrito).

*Libro de representac[i]ones, respuestas y orden[anzas] de los años anteriores y R[ea]les Órdenes con arreglo a la ordenanza de [cirugía].* Madrid, 1787-1817. (BH MSS 927) (Manuscrito).

*Real Cédula de S. M. y señores del Consejo por la qual se manda establecer en Madrid un Colegio y Escuela de Cirugía...* En Madrid, imprenta de Don Pedro Marín, 1780.

## MONOGRAFÍAS

**Agrippa**, Enrique Cornelio. *Filosofía oculta: magia natural*. Traducido por Bárbara Pastor de Arozena. Madrid: Alianza Editorial, 1992.

**Arheim**, Rudolph. *Arte y percepción visual. Psicología del ojo creador*. Madrid: Alianza Editorial, 2001.

**Aristóteles**. *La generación de los animales*. Obras Completas. Madrid: edición y traducción de Francisco Gallach Pallés, 1933.

**Aristóteles**, *Acerca del alma*, Traducción de Tomás Calvo Martínez. Biblioteca Básica Gredos. En línea. Acceso el 4 de noviembre de 2014. <http://biblio.url.edu.gt>  
[http://biblio3.url.edu.gt/Libros/20117acer\\_alma.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/Libros/20117acer_alma.pdf)

**Armanoli**, Maurizio. *La cere anatomiche Bolognesi del settecento*. Bologna: Clueb, 1981.

**Baldini**, Umberto. *Teoría de la Restauración y unidad metodológica*. Vol. 1. Madrid/Floencia: Nerea/Nardini, 1997.

**Baldini**, Umberto. *Teoría de la Restauración y unidad metodológica*. Vol. 2. Madrid/Floencia: Nerea/Nardini, 1998.

**Barbero Encinas**, Juan Carlos. *La memoria de las imágenes. Notas para una teoría de la restauración*. Madrid: Polifemo, 2003.

**Barbero Encinas**, Juan Carlos. *Fondo y figura. El sentido de la restauración en el arte contemporáneo*. Madrid: Polifemo, 2008.

**Barros García**, José Manuel. *Imágenes y sedimentos: la limpieza en la conservación del patrimonio pictórico*. Valencia: Diputación de Valencia, 2005.

**Belting**, Hans. *Antropología de la imagen*. Buenos Aires: Katz, 2007.

**Bertelli**, Carlo, Giuliano Briganti e Antonio Giulano. *Storia dell'arte italiana*. Milano: Electa/Bruno Mondadori, 1988.

**Besnainou**, Didier. *Cire et cires: étude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation des ouvres céroplastiques*. Paris: Institut Français de Restauration des Ouvres d'Art, 1984.

**Blunt**, Anthony. *Le Teorie Artistiche in Italia dal Rinascimento al Manierismo*. Torino: Einaudi, 1966.

**Bracciolini**, Poggio. *De vera nobilitate*. Rome: Edizioni di storia e letteratura, 2002.

**Brandi**, Cesare. *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Forma, 2003.

**Burke**, Michael. E. *The Royal College of San Carlos. Surgery and Spanish Medical Reform in the Late Eighteenth Century*. Durham: Duke University Press, 1977.

**Bynum**, Willian F. *Medicine and the Five Senses*. London: Cambridge University Press, 2005.

**Calvert**, Fjona G. *El libro de los hechizos. Cómo hacer y deshacer los conjuros*. Madrid: Akal, 1988.

**Cantón**, Francisco Javier. *Fuentes literarias para el estudio del Arte en España*. Madrid: Imprenta clásica española, 1923. Tomo II.

**Cardon**, Dominique. *Le monde des teintures naturelles*. Paris: Belin, 2003.

**Clark**, Kenneth. *El desnudo: un estudio de la forma ideal*. Traducción de Francisco Torres Oliver. Madrid: Alianza Editorial, 2008.

**Conti**, Alessandro. *Storia del restauro e della conservazione delle opere d'arte*. Milano: Electa, 1988.

**Cowan**, Thomas William. *Wax Craft. All about beeswax. Its history, production, adulteration and comercial value*. London: Book on Demand Ltd., 1908.

**Dal Forno**, Federica. *La ceroplastica anatomica e il suo restauro. Un nuovo uso Della TAC, una possibile attribuzione a G. G. Zumbo*. Firenze: Nardini, 2009.

**Davis Withney**, Georges Didi-Huberman, Sharon Hecker, Uta Kornmeier, Joan B. Landes, Lyle Massey and Roberta Panzanelli. *Ephemeral Bodies: Wax Sculpture and the Human Figure*. California: Getty Publications, 2008.

**Descartes**, René. *Meditationes IV*, en *Ouvres morales et philosophiques de Descartes*. Paris: A. Prevost, 1855.



**Desnoues**, Guillaume. *Lettres de G. Desnoues, Professeur d'Anatomie et de Chirurgie de l'Académie de Bologne et de Mr Guglielmini, Professeur de Médecine et Mathématiques à Padoüe*. Rome: Antoine Rossi, 1706.

**Didi-Huberman**, Georges. *Ouvrir Vénus. Nudité, rêve, cruauté*. Paris: Gallimard, 1999.

**Didi-Huberman**, Georges. *Venus rajada : desnudez, sueño, crueldad*. Traducción de Juana Salabert. Oviedo: Losada, 2005.

**Didi-Huberman**, Georges. *Ex – voto: imagen, órgano, tiempo*. Traducción de Amaia Donés Mendía. Barcelona: Sans Soleil, 2013.

**Dorvault**, Françoise. *L'Officine ou Répertoire général de pharmacie pratique*. Paris: Labé, 1850.

**Faraone**, Christopher Athanasious and Dirk Obbink. *Magica Hiera: Ancient Greek Magic and Religion*. New York: Oxford University Press, 1991.

**Flower**, Harriet. *Ancestor Masks and Aristocratic Power in Roman Culture*. Oxford: Claredon Press, 1996.

**Freedberg**, David. *El poder de las imágenes. Estudios sobre la Historia y la teoría de la respuesta*. Madrid: Cátedra, 1992.

**Fuster López**, Laura, María Castell Agustí y Vicente Guerol Blay. *El estuco en la restauración de pintura sobre lienzo. Criterios, materiales y procesos*. Valencia: Editorial UPV, 2008.

**García del Real**, Eduardo. *Los anatómicos y los cirujanos del siglo XVIII, el Dr. Antonio Gimbernat y la Fundación del Colegio de San Carlos /conferencia de E. G.<sup>a</sup> del Real*. Madrid: Academia Nacional de Medicina, 1934.

**García Guerra**, Delfín. *La Facultad de Medicina de Santiago en el siglo XIX*. España: Universidad de Santiago de Compostela, 2001.

**Gimbernát**, Agustín. *Sucinta noticia del S. D. Antonio de Gimbernát*. Barcelona: Imprenta de Sierra y Martí, 1828.

**Harvey**, Elisabeth D. *Sensible Flesh: On touch in Early Modern Culture*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2003.

**Hawthorne**, John G., Stanley Smith and Cyril Theophilus, *On Divers Arts: The Foremost Medieval Treatise on Painting, Glassmaking, and Metalwork*. Ontario: University of Chicago Press, 1979.

**Kemp**, Martin and Marina Wallace. *Spectacular Bodies. The Art and Science of the Human Body from Leonardo to Now*. London: Hayward Gallery Publishing, 2000.

**Lanza**, Benedetto e Liberto Perugi. *Le cere Anatomique della Specolla*. Firenze: Arnaud, 1979.

**Le Breton**, Gaston. *Essai Historique sur la Sculpture en cire*. Rouen: Espérance Gagniard, 1894.

**López Jimeno**, Amor. *Textos griegos de Maleficio*. Madrid: Akal, 2001.

**Macarrón Miguel**, Ana. *Historia de la conservación y la restauración desde la antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid: Tecnos/Anaya, 2002.

**Macarrón Miguel**, Ana y Ana González Moro. *La conservación y la restauración en el siglo XX*. Madrid: Tecnos/Alianza, 2004.

**Mc. Tavish**, Lianne. *Childbirth and the Display of Authority in Early Modern France*. Adelshort: Ashgate, 2004.

**Medici**, Michele. *Elogio di Ercole Lelli*, in *Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna VII*. Bologna: San Tommaso D'Aquino, 1856.

**Muñoz Viñas**, Salvador. *Teoría contemporánea de la restauración*. Madrid: Síntesis, 2003.

**Navarro Lizandra**, José Luis. *Maquetas, modelos y moldes: materiales y técnicas para dar forma a las ideas*. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaime I, 2005.

**Papet**, Edouard (directeur), *À fleur de peau. Le moulage sur nature au XIXe siècle*. Exposition Musée d'Orsay, 29 oct. 2001-27 janvier 2002. Paris: RMN-Grand Palais, 2001.

**Park**, Katherine. *Secrets of Women. Gender, Generation, and the Origins of Human Dissection*. New York: Zone Books, 2006.

**Pedrola**, Antoni. *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*. Barcelona: Ariel, 1998.

**Pilbeam**, Pamela. *Madame Tussaud: and the History of Waxworks*. London: Bloomsbury Academic, 2006.

**Pinch**, Geraldine. *Magic and ancient Egypt*. Austin: University of Texas Press, 1994.

**Platón**. *Obras completas*. Traducción a lengua castellana por primera vez por D. Patricio de Azcárate. Madrid: Medina y Navarro editores, 1872.

**Platón**. *Las Leyes*. Edición de José Manuel Ramos Bolaños. Madrid: Akal, 1988.

**Platón**. *La República*. Edición castellana de C. Eggers. Madrid: Gredos, 1986.

**Platón.** *La República*. Acceso el 3 de noviembre de 2014. [www.planetalibro.com.ar  
http://www.xtec.cat/~mcodina3/Filosofia2/la%20republica.pdf](http://www.planetalibro.com.ar/http://www.xtec.cat/~mcodina3/Filosofia2/la%20republica.pdf)

**Praz,** Mario e Giuseppe Pavanello. *L'Opera Completa del Canova*. Milano: Rizzoli, 1981.

**Redín Michaus,** Gonzalo. *Pedro Rubiales, Gaspar Becerra y los pintores españoles en Roma 1527-1600*. Madrid: CSIC Press, 2007.

**Reylly,** David Robin. *Portrait Waxes an Introduction for Collectors*. London: B. T. Batsford LTD, 1953.

**Ricci,** James Vincent. *The Development of the Gynaecological Surgery and Instruments*. Philadelphia: The Blakiston Company, 1950.

**Riera,** Juan. *Anatomía y Cirugía Española del siglo XVIII (notas y estudios)*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones, 1982.

**Rifkin,** Benjamin A. and Michael J. Ackerman, *Depicting the Body from the Renaissance to Today*. London: Thames and Hundson, 2006.

**Righi,** Lidia. *Conservar el arte contemporáneo*. Donostia: Nerea, 2006.

**Riva,** Alessandro. *Flesh and Wax. The Clemente Susini's anatomical models in the University of Cagliari*. Firenze: Ilisso, 2007.

**Roig Picazo,** Pilar y Pablo González Tornel. *La restauración. Teoría y aplicación práctica. Cesare Brandi*. Valencia: Editorial de la UPV, 2008.

**Ruiz De Lacanal,** María Dolores. *El conservador-restaurador de bienes culturales*. Madrid: Síntesis, 1999.

**Salcedo**, Enrique. *Obras de Antonio de Gimbernat precedidas de un estudio Bibliográfico del mismo*. Madrid: ed. Julio Cosano, 1927.

**Settis**, Salvatore. *Greci: Storia, cultura, arte, società*. Torino: Einaudi, 1996.

**Smith**, Ray. *Manual del artista*. Madrid: Blume ediciones, 1999.

**Teeter**, Emily. *Religion and Ritual in Ancient Egypt*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

**Usandizaga**, Manuel. *Historia de la obstetricia y de la ginecología en España*. Santander: Labor, 1944.

**Usandizaga**, Manuel. *Historia del Real Colegio de Cirugía de San Carlos de Madrid (1787-1828)*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, MCMXLVIII.

**Vega**, Jesusa. *Ciencia, Arte e Ilusión en la España Ilustrada*. Madrid: Polifemo, 2010.

**VVAA**. *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait. Notes et Documents*. Paris: RMN, 1987.

**VVAA**. *Piel de cera. Olavide, San Juan de Dios y el Museo*. Madrid: Luzán, 2006.

**Warburg**, Aby. *Sandro Boticelli: Nacimiento de Venus y Primavera: una investigación sobre las representaciones de la Antigüedad en el primer Renacimiento italiano*. Madrid: Casimiro, D. L., 2010.

**Winckelmann**, Johann Joachim. *Reflexiones sobre la imitación del arte griego en la pintura y la escultura*. Traducción de Vicente Jarque. Barcelona: Península, 1987.

**Winckelmann**, Johann Joachim. *Historia del arte en la Antigüedad; seguida de las Observaciones sobre la arquitectura de los antiguos*. Traducción de Manuel Tamayo Benito. Madrid: Aguilar, D. L., 1989.

**Young**, Ronald D. and Robert A. Fennell. *Methods for Modern Sculptors*. N. J.: Sculpt-Noveau, 1980.

## CAPÍTULOS DE LIBROS

**Álvarez Sierra**, José. «Historia de la Escuela de Medicina de Madrid». En *Ciencias Médicas Hispano-Americanas*. 251-263. Madrid: 1955.

**Anderson**, Samuel. «Basic Techniques for Modelling Plants and Animals in Wax». En *La Ceroplastica nella scienza e nell'arte*. 577-584. Firenze: ed. Leo S. Olschki, 1977.

**Avery**, Charles. «Bernardo Vecchietti and the Wax Models of Giambologna». En *La Ceroplastica nella Scienza e nell'arte*. 461-475. Firenze: ed. Leo S. Olschki, 1977.

**Besnainou**, Didier. «Conservation et Restauration». En *Sculptures en cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*. 73-79. Paris: RMN, 1987.

**Ciatti**, Marco. «Appunti sulla storia del restauro pittorico in Italia». En *Lacuna. Riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle Pietre Dure*. Atti dei convegni. Ferrara. 7 aprile 2002. 15-25. Firenze: Edifir, 2002.

**Colinart**, Sylvie. «Matériaux constitutifs». En *Sculptures in cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*. 29-57. Paris: RMN, 1987.

**Cunningham**, Andrew. «The Anatomist Anatomis'd: An experimental Discipline in Enlightenment Europe». En *Human Bodies. Wax Modelling*. 244-251. London: Ashgate Press, 2010.

**Didi-Huberman**, Georges. «L'air et l'empreinte». En *À fleur de peau. Le moulage sur nature au XIXe siècle*. 45-59. Paris: RMN, 2001.

**Drilhon**, France et A. Tassery-Lahmi. «Technologie et mise en forme». En *Sculptures in cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*. 62-71. Paris: RMN, 1987.

**Fare Garnot**, Nicolas Sainte. «Céroplastie médicale: art méconnu». En *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*. 21-24. Paris: RMN, 1987.

**Francolini**, Stefano, Annamaria Giusti, Maurizio Michelucci e Laura Speranza. «Colore e volume: scultura lapidea, bronzi, scultura lignea, materiali ceramici». En *Lacuna. Riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle Pietre Dure*. Atti dei convegni. Ferrara. 7 aprile 2002 e 5 aprile 2003. 51-64. Firenze: Edifir, 2002.

**Frosinini**, Cecilia. «La lacuna nel progetto di restauro oggi». En *Lacuna. Riflessioni sulle esperienze dell'Opificio delle Pietre Dure*. Atti dei convegni. Ferrara. 7 aprile 2002 e 5 aprile 2003. 27-31. Firenze: Edifir, 2002.

**Gaborit**, Jean-René. «Usage de la cire en sculpture». En *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*. 15-20. Paris: RMN, 1987.

**Galli**, Guglielmo. «Scheda di Restauro delle Tre Scene della Pestilenza eseguite da Gaetano Giulio Zumbo». En *La Ceroplastica nella scienza e nell'arte*. 595-605. Firenze: ed. Leo S. Olschki, 1977.

**Heard**, Catherine. «Uneasy Associations: Wax Bodies Outside the Canon». En *Studies on Themes and Motifs in Literature. Disguise, Decepcion, Trompe-l'oeil. Interdisciplinary Perspectives*. 231-250. New York: Peter Lang Publishing, 2009.

**Hecker**, Sharon. «Reflections on Repetition in Rosso's Art». En *Medardo Rosso: Second Impressions*. Connecticut: Harvard University Art Museums Press, 2003.

**Hecker**, Sharon. «Fleeting revelations. The Demise of Duration in Medardo Rosso's Wax Sculpture». En *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*. 131-153. California: Getty Publications, 2008.

**Hellouin de Cenival**, Jean-Louise. «La cire dans l'ancienne Egypte». En *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*. 85-96. Paris: RMN, 1987.

**Lombardi Satriani**, Luigi M. «Ex -voto di cera in Calabria». En *La Ceroplastica nella Scienza e nell'arte*. 533-546. Firenze: ed. Leo S. Olschki, 1977.

**Massey**, Lyle. «On waxes and wombs. Eighteenth-Century Representations of the Gravid Uterus». En *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*. California: Getty Publications, 2008.

**Panzanelli**, Roberta. «Compelling Presence. Wax Effigies in Renaissance Florence». En *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*. California: Getty Publications, 2008.

**Papet**, Edouard. «Technique: saisir la nature sur le fait». En *À fleur de peau. Le moulage sur nature au XIXe siècle*. 74-77. Paris: RMN, 2001.

**Sánchez Ortiz**, Alicia. «Cuerpos de cera del Real Colegio de Cirugía de San Carlos. De la creación de modelos anatómicos a la conservación de bienes culturales». En *Modelos y maquetas: la vida a escala*. 116-133. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014.

**Scherf**, Ghilhem. «XIX Siecle». En *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*. 147-362. Paris: RMN, 1987.

**Schnalke**, Thomas. «Modèles anatomiques et moulages cliniques. L'élaboration d'une nouvelle vision du corps en médecine». En *À fleur de peau. Le moulage sur nature au XIXe siècle*. 109-119. Paris: RMN, 2001.



**Urrea, Jesús.** «La corrida de toros vista por el escultor Juan Cháez». En *Del mito al ritual*. 131-139. Bilbao: Taurus, 2010.

**Von-Schlosser, Julius.** «History of Portraiture in Wax». En *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*. 171-314. California: Getty Publications, 2008

## ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

**Andreoni, Andreina; Kumar, Francesca; Speranza, Laura.** «I rilievi in cera di Giambologna raffiguranti gli Atti di Francesco I de' Medici: restauro e studio della tecnica esecutiva, confronto con le matrici bronce e I rilievi in lamina d'oro». *OPD Restauro* 19 (2007): 286-302.

**Andreoni, Andreina; Gabbriellini, Chiara; Kumar, Francesca; Rossi, Francesca; Simoni, Fulvio; Speranza, Laura; Tattini Filippo.** «Il restauro della Venerina del Museo di Palazzo Poggi di Bologna. Un intervento innovativo per la realizzazione di strutture di sostegno nelle opere in ceroplastica». *OPD Restauro* 23 (2013): 42-57.

**Angellotto, Daniele; Kumar, Francesca; Speranza, Laura; Vaccari, Maria Gracia.** «Verso il Perseo: il modello in cera di Benvenuto Cellini al Museo del Bargello». *OPD Restauro* 19 (2007): 67-84.

**Appelbaum, Barbara.** «Criteria for Treatment: Reversibility». *Journal of the American Institute for Conservation* 26 (1987): 65-73.

**Ballestriero, Roberta.** «Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works?». *Journal of Anatomy* 216 (2010): 223-234.

**Bates, Alan W.** «Indecent and demoralising representations: public Anatomy Museums in mid-Victorian England». *Medical History* 52 (2008): 1-22.

**Bazarte Martínez**, Alicia. «Cuando la cera se humanizó para el estudio de la anatomía». *Historia 06* (2006): 1-22. Acceso el 11 de noviembre de 2009.

[http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art\\_hist\\_06.html](http://www.azc.uam.mx/publicaciones/tye/tye15/art_hist_06.html)

**Becchetti**, Luca. «I sigili di una pergamena duecentesca conservata all'Archivio Segreto Vaticano. Intervento di restauro e conservazione». *Kermes* 67-68 (2007): 35-41.

**Beck**, James. «Leggibilità e restauro». *Kermes* 43 (2001): 11-12.

**Burfoot**, Anette. «Italian horror films: roots in 18<sup>th</sup> century wax models». *Kinoeye* 9 (2002): 1-9.

**Caronna**, Angela. «L'eredità della Gestalt e la Teoria di Cesare Brandi». *Kermes* 57, (2005): 57-64.

**Carrascosa B.**, Lastras M., Reina M., Rodríguez F. «La conservación y restauración del material tangible recuperado» 379-394. Acceso el 18 de noviembre de 2014.

<http://www.fundacionmarinador.com>

**Cattaneo**, Luigi. «Carne y cera: los modelos anatómicos de Clemente Susini. Presentación de la colección de Cagliari». *Elementos: Ciencia y Cultura* 68 (2007): 35-38.

**Cordua**, Maria Gracia; Lombardi Lanterna, Giancarlo; Moradei, Rosanna; Scalani, Mario; Speranza, Laura. «Marvellous Horrors. Gaetano Zumbo's Unpublished Waxes after Restoration». *OPD Restauro* 21 (2009): 43-53.

**Costa Carballo**, Carlos Manuel. «Otros materiales utilizados para la enseñanza de la medicina en el Real Colegio de Cirugía de San Carlos de Madrid (1788-1826)». *Asclepio* LV (2003): 35-137.

**Charuty**, Giordana. «Le voeu de vivre. Corps morcelés, corps sans âme dans les pèlerinages portugais». *Terrain* 18 (1992): 46-60.

**Chiverches**, C. A. «La restauración de modelos de cera. Una solución para la reintegración de lagunas». *Pátina* 5 (1991): 19-24.

**Dacome**, Lucia. «Waxworks and the performance of anatomy in mid-18th-century Italy». *Endeavour* 30 (2006): 29-35.

**Dacome**, Lucía. «Women, wax and anatomy in the century of things». *Renaissance Studies* 21 (2007): 522-550.

**Dal Forno**, Federica. «Un'alternativa all'uso del termocauterio per la ricomposizione delle fratture e delle mancanze nelle ceroplastiche». *Kermes* 76 (2009): 6.

**De Ceglia**, Francesco. «Rotten Corpses, a Disembowelled Woman, a Flayed Man. Images of the Body from the End of the 17<sup>th</sup> to the Beginning of the 19<sup>th</sup> Century. Florentine Wax Models in the First-Hand Accounts of Visitors». *Perspectives of Science* 14 (2007): 417-456.

**Del Moral**, Nerea; Sánchez Ortiz, Alicia. «Pastas de relleno para la reintegración volumetrica de esculturas en cera. Primeros resultados experimentales». *Ge-Conservación* 6 (2014): 68-82.

**Dernovská**, J. «The use of propolis in seal conservation». *SSCR Journal* 8 (1997): 12-15.

**Didi-Huberman**, Georges. «Ressemblance mutifiée et ressemblance oubliée chez Vasari: la légende du portrait sur le vif». *Melanges de l'École Française de Rome, Italie et Méditerranée* 106 (1994): 383-432.

**Eisenbichler**, Konrad. «Benvenuto Cellini: Sculptor». *Renaissance Quarterly* 59 (2006): 865-867.

**Estella Marcos**, Margarita. «Obras maestras del Arte de la cera en España». *Goya* 237 (1993): 149-160.

**Estella Marcos**, Margarita. «Pequeña escultura en cera: nuevas noticias sobre obras de Francisco Pieri y Caterina de Julianis en España». *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de la Purísima Concepción* 44 (2009): 75-84.

**Fernández**, J. U. «Apuntes para el estudio de la escultura en cera en España». *Boletín del Seminario de estudios de arte* (1979): 488-495. En línea. Acceso el 5 de noviembre de 2014. <http://dialnet.uniroja.es>

**Fiorini**, Graziana; Maekawa, Luana; Stiberc, Peter. «Save Plants: Conservation of Brendel Anatomical Botany Models». *The Book and Paper Group Annual* 27 (2008): 35-45.

**Fowler**, Robert. «Greek Magic, Greek religion». *Illinois Classical Studies* 20 (1995): 1-22.

**Fusco**, Laurie. «The use of Sculptural Models by Painters in Fifteenth Century Italy». *The Art Bulletin* 64 (1982): 175-194.

**Gabbriellini**, Chiara; Nesi, Gabriella; Rossi, Francesca; Speranza, Laura. «Il restauro di un manufatto in cera del Museo di Anatomia Patologica di Firenze. Il Busto di bambino hidrocefálico eseguito da Luigi Calamai nel 1831». *OPD Restauro* 20 (2008): 227-234.

**Gabbriellini**, Chiara; Nesi, Gabriella; Rossi, Francesca; Santi, R.; Speranza, Laura. «The wax Collection at the Museum of Pathological Anatomy in Forence. Notes of historical events, on technical manufacture and treatments». *OPD Restauro* 21 (2009): 29-41.

**Garófano Moreno**, Isabel. «Materiales orgánicos naturales presentes en pinturas y policromías. Naturaleza, usos y composición química». *Revista ph* 80 (2011): 56-71.

**González Prieto**, Milagros. «Introducción a la Sigilografía. Conservación y restauración de sellos de cera y de plomo». *Revista digital Informes y Trabajos del I.P.C.E. Madrid: Ministerio de Cultura*, (2009): 67-78. Acceso el 19 de octubre de 2011.

<http://www.mcu.es/patrimonio/MC/IPHE/Documentacion/Publicaciones/IT/N2/Capitulos.html>

**Guerrina**, Anita. «Anatomists and Entrepreneurs in Early Eighteenth-Century London». *Journal of History of Medicine and Allied Sciences* 59 (2004): 219-239.

**Haviland**, Thomas N.; Parish, Lawrence Charles. «A brief account of the use of wax models in the study of medicine». *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 25 (1970): 52-75.

**Hopwood**, Nick. «Artist versus Anatomist, Models against Disecction: Paul Zeiller of Munich and the Revolution of 1848». *Medical History* 51 (2007): 279-308.

**Housman**, Brian; Bellary, Sharath; Hansra, Simrat; Mortazavi, Martin; Loukas, Marios. «Giulio Cesare Casseri (c. 1552-1616): The servant who became an anatomist». *Clinical Anatomy* 5 (2014): 675-680.

**Hunter**, Mary. «Effroyable réalisme: Wax, Feminity and the Madness of Realist Fantasies». *Racar* XXXIII (2008): 43-58.

**Jordan**, David R. «A Survey of Greek Defixiones not included in the Special Corpora». *GRBS* 26 (1985): 151-197.

**Kaufmann**, Valerie. «Restoration of an 18<sup>th</sup> Century anatomical figure modelled in beeswax». *The Conservator* 12 (1988): 25-30.

**Kumar Nim**, Virender. «Wax Mounting of Specimen in Anatomy Museum». *Journal Anatomy Soc. India* 61 (2012): 41-43.

**Lang**, Johanna. «Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and Their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests». *Proceedings of Symposium 2011: Adhesives and Consolidants for Conservation* (2011): 1-20.

**Lemire, Michel.** «Representation of the human body: the coloured wax anatomic models of the 18<sup>th</sup> and 19<sup>th</sup> centuries in the revival of medical instruction». *Surgical-Radiologic Anatomy* 14 (1992): 283-291.

**Lemire, Michel.** «La representación del cuerpo humano: modelos anatómicos de cera». *Ciencias* 32 (1993): 59-69.

**López Jimeno, Amor.** «Una figurita de plomo hallada en Paros y otras figuritas de magia maléfica». *MHMH* 10 (2010): 101-118.

**Luste Boulbina, Seloua.** «Descartes entre cire anatomique et lechón d'anatomi: perdre la vie». *Aisthe* 1 (2007): 1-14.

**Maerker, Anna.** «Turpertine hides everything: Autonomy and Organization in Anatomical Model Production for the State in late eighteenth-century Florence». *Science History Publications XLV* (2007): 257-286.

**Markovic, Danica; Markovi'c-Zivkovic, Bojana.** «Development of Anatomical Models-Cronology». *Acta Medica Medianae* 49 (2010): 56-61.

**Martínez-Vidal, Àlvar; López Terrada, María Luz,** «El Protomedicato en la administración central de la Monarquía hispánica (1593-1808)». *Dynamis* 16 (1996):17-19.

**Martínez-Vidal, Àlvar; Pardo-Tomás, José.** «Anatomical Theatres and the Teaching of Anatomy in Early Modern Spain». *Medical History* 49 (2005): 251-280.

**Massey, Lyle.** «Pregnancy and Pathology: Picturing Chilbirth in Eighteenth-Century Obstetric Atlases». *The Art Bulletin* 87 (2005): 73-91.

**Morris-Kay**, Gilliam M. «The evolution of human artistic creativity». *Journal of Anatomy* 216 (2010): 158-176.

**Moxham**, Bernard J.; Plaisant, Odile. «The History of the Teaching of Gross Anatomy-How we got to where we are!». *Journal of Anatomy* 18 (2014): 219-244.

**Murrel**, Vernon J. «Some aspects of the conservation of wax models». *Studies in Conservation* 16 (1971): 95-109.

**Panzanelli**, Roberta. «Una presencia innegable: efigies de cera en la Florencia renacentista». *Sans Soleil* 5 (2013): 76-90.

**Pardo Canalis**, Enrique. «Noticias del escultor Juan Cháez». *Archivo Español de arte* 28 (1955): 73-84.

**Pardo Canalis**, Enrique. «Escultores italianos de los siglos XVIII y XIX en España». *Archivo Español de Arte* 28 (1955): 97-115.

**Pasíes Oviedo**, Trinidad. «Reconstrucciones desmontables como alternativa reversible en el proceso de reintegración de materiales arqueológicos». *Ge-Conservación* 3 (2012): 117-130.

**Philippot**, Albert et Paul. «Le problème de l'intégration des lacunes dans la restauration des peintures». *Bulletin van het KIK* 2 (1958): 5-19.

**Pickstone**, Jhon V. «Museological science? The place of the analytical/comparative nineteenth-century science, technology and medicine». *History of Science* 32 (1994): 111-138.

**Premuda**, Loris. «Ceroplástica y medicina. Etapas de la evolución de un arte poco conocido: de Florencia a Viena, de Viena a Padua». *Image* 48 (1972): 17-24.

**Quintero García**, Sandra Liliana; González Salcedo, Luis Octavio. «Uso de la fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto». *Ingeniería y Desarrollo* 20 (2006): 134-150. Acceso el 30 de marzo de 2015. <http://www.redalyc.org/pdf/852/85202010.pdf>

**Ramer**, Brian. «The technology, examination and conservation of the Fayum portraits in the Petrie Museum». *Studies in Conservation* 24 (1979): 1-13.

**Riva**, Alessandro; Baghino, Attilio. «Historia de las ceras anatómicas de Cagliari en Cerdeña». *Elementos: Ciencia y cultura*, 42 (2001): 5-7.

**Riva**, Alessandro; Conti, Gabriele; Solinas, Paola; Loy, Francesco. «The evolution of anatomical illustration and wax modeling in Italy from the 16th to early 19th centuries». *Journal of Anatomy* 216 (2010): 209-222.

**Roche**, Alain; Doucet, Stéphanie. «Propriétés mécaniques des peintures à la cire et à l'encaustique». *Technè* 23 (2006): 20-24.

**Rossi**, Franco. «Parenchima di una foglia di lilium. Luigi Calamai (Firenze 1800-1851)». *OPD Restauro* 18 (2006): 264-269.

**Samuel**, J. M. M. Alberti. «Wax Bodies. Art and Anatomy in Victorian Medical Museums». *Museum History Journal* 2 (2009): 7-36.

**Sánchez Ortiz**, Alicia; Del Moral, Nerea; Micó, Sandra. «Entre la ciencia y el arte. Ceroplastica anatómica para el Real Colegio de Cirugía de San Carlos (1786-1805)». *Archivo Español de Arte* 340 (2012): 329-349.

**Sánchez Ortiz**, Alicia; Micó Boró, Sandra; Del Moral, Nerea. «Cuerpos de cera un patrimonio olvidado. Religiosidad, superstición o ciencia en la representación del cuerpo humano». *De Arte* 11 (2012): 7-26.



**Sánchez Ortiz**, Alicia; Micó Boró, Sandra. «Preventive Conservation Strategies for Wax Bodies in Scientific University Collections». *Conservation Science in Cultural Heritage* 12 (2012): 215-245.

**Sánchez Ortiz**, Alicia; Del Moral, Nerea; Ballestriero, Roberta. «Anatomía femenina en cera: ciencia, arte y espectáculo en el siglo XVIII». *Laboratorio de Arte* 25 (2013): 603-622.

**Sánchez Ortiz**, Alicia; Del Moral Azanza, Nerea; Micó Boró, Sandra. «La cera, metáfora de vida o muerte. Materiales, técnicas y procedimientos en la elaboración de modelos anatómicos». *Goya* 346 (2014): 42-57.

**Santos Gómez**, Sonia; San Andrés Moya, Margarita; Baldonado Rodríguez, Juan Luis; Rodríguez Muñoz, Alfonso. «Recetas de preparación del verdigrís. Resultados preliminares de la obtención de la variedad conocida como *Viride salsum*». *Pátina* 12 (2003): 41-52.

**Sappol**, Michael. «Morbid curiosity. The decline and fall of the Popular Anatomical Museum». *Common-Place* 2 (2004): 1-10.

**Schnalke**, Thomas. «Dissected limbs and the integral body: on anatomical wax models and medical moulages». *Interdisciplinary Sciences Reviews* 29 (2004): 312-322.

**Schudel**, Walter. «Il dibattito. Ancora sulla leggibilità». *Kermes* 50 (2003): 22-24.

**Soto**, Enrique. «Las ceras anatómicas». *Elementos: Ciencia y Cultura* 42 (2001): 2-3.

**Taddia**, Elena. «Corpi, Cadaveri, Chirurghi Stranieri e Ceroplastiche: L'Ospedale di Pammatone a Genova tra Sei e Settecento». *Mediterranea. Ricerche storiche* 15 (2009): 157-194.

**Urrea**, Jesús. «Apuntes para el estudio de la escultura en cera en España». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA* 45 (1979): 488-495.

**Urrea**, Jesús. «Una propuesta para el escultor Juan Cháez». *Ars Magazine* 6 (2010): 94-103.

**Vega**, Jesusa. «Otros espacios de sociabilidad ilustrada: el gabinete de cera». *Hispanic Research Journal. Iberian and Latin American Studies* 11 (2010): 434-450.

## PONENCIAS EN CONGRESOS

**Ellis**, Shirley; **Miller**, Christopher; **Noseworthy**, Gillian. «The Conservation of Wax Models from Medical Collection». *The Getty Research Institute, Conference of Graduate Training Programs in Conservation* (1996): 40-48.

*La ceroplastica nella scienza e nell'arte*. Rivista di storia delle scienze mediche e naturali. Atti del I Congresso Internazionale. Vol XX. Firenze: Ed. Leo S. Olschki, 1977.

*Reunió Tècnica de Conservació i Restauració (11<sup>a</sup>. 2008, Barcelona) XI Reunió Tècnica de Conservació i Restauració: les solucions problemàtiques: diversitat en els criteris d'intervenció, de reintegració i de presentació en conservació i restauració: MNAC, Museu Nacional d'Art de Catalunya, Barcelona, 3 i 4 de abril de 2008*. Barcelona: Grup tècnic, Associació Professional dels Conservadors-Restauradors de Catalunya, 2008.

*Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible*. Resolución que se presentará a los miembros del ICOM-CC durante la XV<sup>a</sup> Conferencia Trienal. Nueva Dehli, 22-26 de septiembre de 2008.

## TESINAS Y TESIS DOCTORALES

**Aparicio Simón**, José. «Historia del Real Colegio de San Carlos de Madrid». Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 1956.

**Ballestriero**, Roberta. «Efigie, Cadáver y Cuerpo Enfermo en la Ceroplástica». Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, 2012.

**Costa Carballo**, Carlos Manuel. «La enseñanza de la medicina a finales del siglo XVIII en las instituciones madrileñas ubicadas en el Hospital General de Madrid». Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 1991.

**Écoles de Conde**. Solène de la Forest d'Armaillé. Promo 2012. «Étude et restauration d'une charte scelle de Louis d'Orléans, grand-maître des ordres royaux de Saint-Lazare et de Notre-Dame du Mont Carmel (1721)». Acceso el 19 de noviembre de 2014.  
[http://www.wisuu.com/ecoleconde/does/de\\_la\\_forest\\_sol\\_ne\\_m\\_memoire](http://www.wisuu.com/ecoleconde/does/de_la_forest_sol_ne_m_memoire)

**Legorburu Escudero**, María Pilar. «Criterios sobre la reintegración de lagunas en obras de arte y transcendencia del estuco en el resultado final según su composición y aplicación». Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco, 1995.

**Pradier**, Isabelle. «A corps ouvert: étude et restauration d'une cire anatomique florentine de la fin du XVIIIe siècle (Conservatoire d' Anatomie de Montpellier). Recherche sur les matériaux de complément des objets en cire». Mémoire de fin d'études. Institut National du Patrimoine, 2011.

**René Hernández**, Vicente. «Uso de fibras de bagazo de caña en concreto. Tratamiento de las fibras con parafina». Tesis Doctoral. Universidad Veracruzana, 2008.  
Acceso el 30 de marzo de 2015.  
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32843/1/hernandezvicenterene.pdf>

## DICCIONARIOS

**Calvo, Ana.** *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos De la A a la Z.* Barcelona: Ediciones del Serbal, 2003.

Free Dictionary on line.

Estopa. Acceso el 30 de marzo de 2015. <http://es.thefreedictionary.com/estopa>

Fústico. Acceso el 1 de marzo de 2015.

<http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/mora/mora.html>

**Giannini, Cristina y Roberta Roani.** *Diccionario de restauración y diagnóstico.* San Sebastián: Nerea, 2008.

Diccionario Larousse on-line.

Galipot. Acceso el 29 de diciembre de 2014.

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/galipot/35907>

Diccionario RAE on-line,

Alheña. Acceso el 29 de diciembre de 2014.

<http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=a3j6qK7Dk2x5HcG5qw1>

Azurita. Acceso el 23 de diciembre de 2014. <http://lema.rae.es/drae/?val=azurita+>

Lignito. Acceso el 9 de diciembre de 2014.

<http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=5K1aQVa8ZDXX2bXjkXFJ>

Muselina. Acceso el 29 de diciembre de 2014. <http://lema.rae.es/drae/?val=muselina>

Diccionario Wordreference on-line.

Alumbre. Acceso el 30 de diciembre de 2014.

<http://www.wordreference.com/es/en/frames.aspx?es=alumbre>

## PÁGINAS DE INTERNET

Ácido Tartárico. Acceso el 30 de diciembre de 2014.

[http://www.tartaric.com/acido\\_tartarico](http://www.tartaric.com/acido_tartarico)

Acryloid® B 72. Acceso el 12 de enero de 2015.

[http://www.conservationresources.com/Main/section\\_40/section40\\_04.htm](http://www.conservationresources.com/Main/section_40/section40_04.htm)

Agentes de deterioro: agua. Acceso el 31 de marzo de 2015. <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap05-eng.aspx>

Agentes de deterioro: contaminantes. Acceso el 31 de marzo de 2015. <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap07-eng.aspx>

Agentes de deterioro: fuerzas físicas. Acceso el 31 de marzo de 2015. <https://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap01-eng.aspx#def1>

Agentes de deterioro: ladrones y vándalos. Acceso el 31 de marzo de 2015. <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap02-eng.aspx>

Agentes de deterioro: plagas. Acceso el 31 de marzo de 2015. <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/agentsofdeterioration-agentsdedeterioration/chap06-eng.aspx>

Almidón. Acceso el 12 de febrero de 2015.

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>

Anónimo. «El legado oculto de Edgar Degas». *Cultura Europa Press*. Acceso el 8 de noviembre de 2014. [http:// www.elmundo.es](http://www.elmundo.es)

Anónimo. «Gabinete de Curiosidades. Venus anatómicas». Acceso el 2 de noviembre de 2009. <http://gabinetedcuriosidades.blogspot.com/2009/10/venus-anatomicas.html>.

Anónimo. «Historia del Museo Olavide». Acceso el 10 de noviembre de 2009. <http://www.aedv.es/historia.htm>

Anónimo. «Historias verídicas de 10 muñecas poseídas», Mundo Extraordinario, El Universal. Comentario enviado el 18 de febrero de 2012. <http://zocalo.com.mx>

Anónimo. Jules Baretta. Acceso el 7 de noviembre de 2009. [http://www.bium.univ-paris5.fr/sfhd/biographies/baretta\\_eng.htm](http://www.bium.univ-paris5.fr/sfhd/biographies/baretta_eng.htm)

Anónimo. «La cera: material escultórico». Acceso el 12 de noviembre de 2014. <http://w110.bcn.cat/fitxers/icub/museumares/mfm.laceracast.357.pdf>

Anónimo. «La ceroplástica arte di modellare figure in cera» 9-19. Acceso el 27 de febrero de 2015. <http://www.aracneeditrice.it/pdf/9788854839915.pdf>

Anónimo. La colección de modelos anatómicos de John Hunter. Acceso el 27 de febrero de 2015. <https://www.rcseng.ac.uk/museums/hunterian/history/collections.html>

Anónimo. «Modelos anatómicos de cera de la Universidad de Parma de los siglos XVII a XIX. Andrea Corsi y la influencia de Clemente Susini y Paolo Mascagni». Museo de Anatomía Humana, Farmacología y Medicina Legal de la Universidad de Parma. Acceso el 5 de noviembre de 2009. [http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica\\_en.html](http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica_en.html)

Anónimo. *Physics for Scientist and Scientists and Engineers*. Acceso el 29 de diciembre de 2014.

<https://books.google.co.uk/books?id=cpUIKAyVQUAC&pg=PT136&lpg=PT136&dq=Pitc h+number+of+viscoelastic,+solid+polymers&source=bl&ots=hETs6R6WxA&sig=oiFFQa jrsXmsGpQvxfmtLQIAPgU&hl=es&sa=X&ei=KPTyVLXzG8iwUcDigLAD&ved=0CCAQ6AE wADgK#v=onepage&q=Pitch%20number%20of%20viscoelastic%2C%20solid%20poly mers&f=false>.

Anónimo. «Modelos anatómicos de cera de la Universidad de Parma de los siglos XVII a XIX. Andrea Corsi y la influencia de Clemente Susini y Paolo Mascagni». Museo de Anatomía Humana, Farmacología y Medicina Legal de la Universidad de Parma. Acceso el 5 de noviembre de 2009. [http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica\\_en.html](http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica_en.html)

Anónimo. «Zumbo, escultor anatómico modelador de cera» *Diario Co. Siracusa* (2001) Acceso el 4 de noviembre de 2009. <http://www.galleriaroma.it/Bonaiuto/5/Zumbo.htm>

**Bartolomeo**, Eustaqui. Historia de la Medicina. Biografías. Acceso el 26 de febrero de 2015. <http://www.historiadelamedicina.org>

**Bauer**, Eberhard. Acceso el 26 de febrero de 2015. <http://www.alipsi.com.ar/rapp/05-94/bauer.pdf>

Enciclopedia Biográfica en línea. Giorgio Vasary. Acceso el 12 de enero de 2015. <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/v/vasari.htm>

Enciclopedia Británica en línea. <http://www.global.bitannica.com>

Jhon Flaxman. Acceso el 5 noviembre de 2014.

Trípoli. Acceso el 13 de marzo de 2015.

**Garrison**, D.; Hast, M. *On the fabrico of human body. An annotated translation of the 1543 and 1555 editions of Andreas Vesalius' De humani corporis fabrica*. Northwestern University Evanston: IL USA, 2003. Acceso el 15 de noviembre de 2009. <http://vesalius.northwestern.edu/flash.html>

Hidropesia Fetal. Acceso el 27 de febrero de 2015.

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/007308.htm>

**Hunton**, Fiona. «The working of the 1832 Anatomy Act in Oxford and Manchester».

Acceso el 26 de enero de 2015.

<http://www.maneyonline.com/doi/abs/10.1179/175138106x146142>

**Lala**, K. *Urs Fischer Waxes Lyrical*. 2011. Acceso el 12 de marzo de 2012.

<http://www.spreadartculture.com/2011/06/07/urs-fischer-waxes-lyrical/>

Lascaux® 498 HV. Acceso el 14 de febrero de 2015.

<http://www.conservationssupportsystems.com/product/show/lascaux-acrylic-adhesive-360-498/lascaux-restauro-adhesives>

**Lopez Pardo**, Fernando. «Sandáracas, el ámbar de los dioses». Acceso el 3 de marzo de

2015. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/106-2013-05-14-10.pdf>

**Mellby**, Julie L. «Nouveau recueil d'ostéologie et de myologie (A new Collection of Bones and Muscles)». 2010. Acceso el 26 de enero de 2015.

<http://www.blogs.princeton.edu>

**Michalski**, Stefan. «Preservación de las colecciones» Cómo administrar un museo. Manual práctico. París: ICOM, 2006. En línea. Acceso el 30 de enero de 2015.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001478/147869S.pdf>

**Montijano Cañellas**, Marc. «Introducción al Renacimiento». Acceso el 26 de febrero de 2015. <http://www.homines.com>

Papel Melinex®. Acceso el 13 de febrero de 2015. <http://www.barna-art.com/lascaux-productos-de-conservacion/lamina-para-conservacion-melinex-401-1-m-lineal>



**Pinch**, Geraldine. *Magic in ancient Egypt*. Acceso el 13 de abril de 2015.  
<http://www.pauladaunt.com/book/Magic%20%20ancient%20Egypt>

Portal del Museo Della Specola de Florencia. Acceso el 20 de noviembre de 2009.  
[http://www.museumsinflorence.com/musei/museum\\_of\\_natural\\_history.html](http://www.museumsinflorence.com/musei/museum_of_natural_history.html)  
<http://www.immaginariofiorentino.com/suggest/info1.htm>

Portal del Museo de Olavide. Acceso el 14 de noviembre de 2009.  
<http://www.aedv.es/museo.htm>

Portal Universidad de Bolonia. Instituto de Anatomía Humana. Acceso el 8 de noviembre de 2009. <http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/informaz.htm#MUSEO>

Recommendations for the Preservation of Wax Moulages at Universities and Hospitals in Museum and other Collections. Deutsches Hygiene-Museum Dresden. 2008-2010.

En línea, acceso el 25 de abril de 2015, 1-17, [http://publicus.culture.hu-berlin.de/umac/pdf/Recommendations\\_wax%20moulages\\_2010\\_ENGL.pdf](http://publicus.culture.hu-berlin.de/umac/pdf/Recommendations_wax%20moulages_2010_ENGL.pdf)

Resina Elemí. Acceso el 13 de febrero de 2015.  
<http://www.kremer-pigmente.com/es/medios--aglutinantes-und-colas/resina-elemi-1-kg-62050.html>

**Riva**, Alessandro. *Notes of the Lessons on the History of Medicine (A Sardinian perspective)*. Ebook, en línea. Università di Cagliari, 2014. Acceso el 26 de enero de 2015.  
<http://www.pacs.unita.it>

**Santo**, V. Nicosia. «Anatomical Waxes in 18<sup>th</sup> Century Itali». *University of South Florida College of Medicine*: 1-4.

Acceso el 12 de noviembre de 2014. <http://anatomiaitaliana.com>

**Serrano Rivas**, Andrés. «Conservación y restauración de sellos de cera», 603-606.

Acceso el 31 de marzo de 2015.

<http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/congresos/10/10603606.pdf>

**Touza Vázquez**, Manuel C., «Durabilidad. Documento de aplicación del CTE», Organismos xilófagos, 6-7.

Acceso el 31 de marzo de 2015. <http://www.confemadera.es/rs/1288/84bd1f8d-134d-42a0-a8ee-cd688d29aaa2/64f/filename/durabilidad-ok.pdf>

Tricloroetileno. Acceso el 3 de marzo de 2015.

[http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts19.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts19.html)

UCM. Museo de Anatomía. Historia del Museo. Acceso el 20 de noviembre de 2009.

<http://www.ucm.es/info/museoana/historia/index.htm>

Unidades de presión.

Acceso el 8 de marzo de 2015. <http://www.masmar.com/articulos/art/114,1630,2.html>

Universidad de Bolonia, Instituto de Anatomía Humana. Acceso el 8 de noviembre de 2009.

<http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/informaz.htm>

University of Glasgow. Special Collections. Govard Bidloo. Acceso el 26 de febrero de 2015.

<http://www.special.lib.gla.ac.uk>

**VVAA**. *Los estudios de Anatomía en la Universidad de Salamanca*. Universidad de Salamanca: Servicio de Archivos y Bibliotecas, 2001. Acceso el 21 de diciembre de 2014.

<http://www.centenario.usal.es>

**Yates**, Emily. «Waxing lyrical». Acceso el 11 de febrero de 2015.

<http://blog.sciencemuseum.org.uk/collections/2012/10/18/waxing-lyrical/>

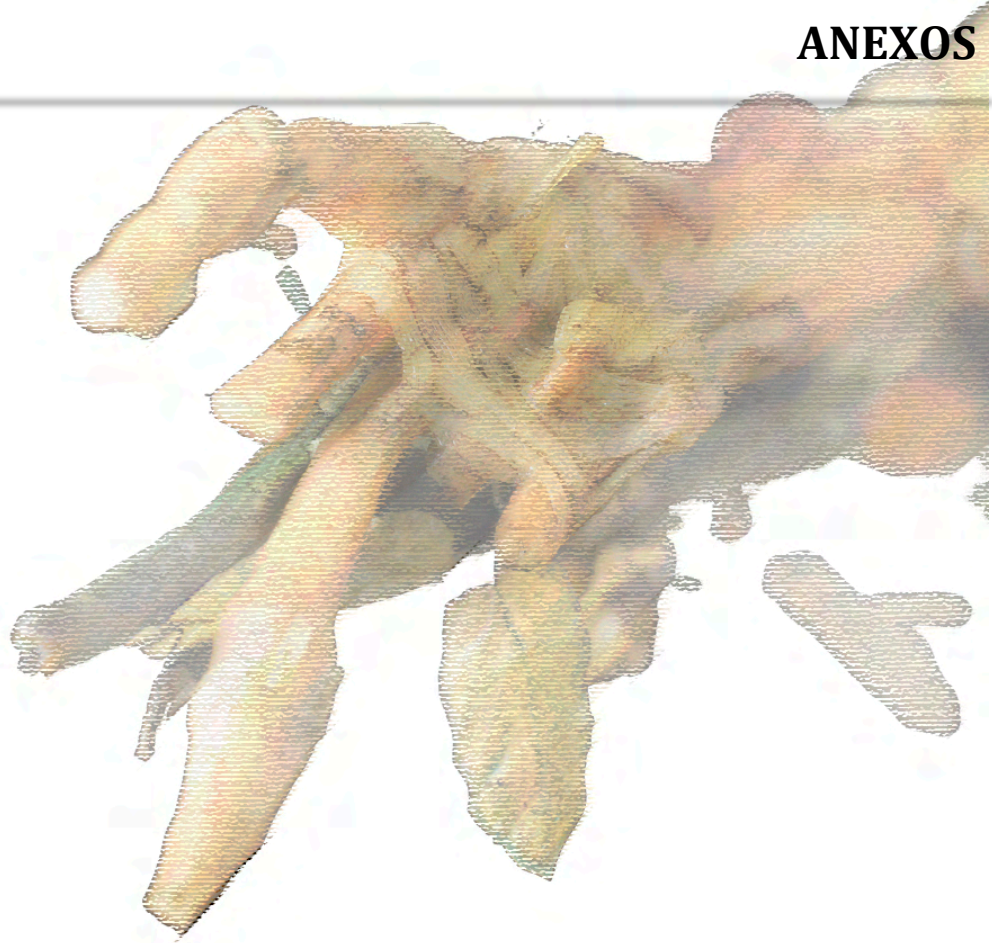
**Zambaldo**, V. *Signora delle cere Mani di fata sui reperti stregati*. 2010.

Acceso el 13 de diciembre de 2011.

[http://www.bresciaoggi.it/stories/Cultura%20&%20Spettacoli/159679\\_signora\\_delle\\_cere\\_mani\\_di\\_fata\\_sui\\_reperti\\_stregati/?refresh\\_ce](http://www.bresciaoggi.it/stories/Cultura%20&%20Spettacoli/159679_signora_delle_cere_mani_di_fata_sui_reperti_stregati/?refresh_ce)



**ANEXOS**





## ANEXO I: DOCUMENTOS

---

### CÓMO HACER VACIADOS DEL CUERPO HUMANO

Textos enteramente extraídos del tratado de Cennino Cennini *El libro del Arte*. (Madrid: Akal, 1988), 226-232. Comentado y anotado por Franco Brunello.

#### Capítulo CLXXXII

*De qué forma se consigue un vaciado del natural del rostro de un hombre o una mujer*

¿Quieres conseguir un rostro de hombre o de mujer del tipo que sea? Sigue este procedimiento: toma al joven, a la mujer o a un anciano; como es difícil reproducir la barba o los cabellos, haz que la persona esté bien afeitada. Toma aceite de rosas oloroso; úntale el rostro con un pincel de marta bastante grueso: coloca en su cabeza un gorro o una capucha; coge una venda de un palmo de ancho y una longitud como de hombro a hombro y rodea la parte superior de la cabeza por encima del gorro; y cose el borde alrededor del gorro de una oreja a otra. Coloca en cada oreja, es decir en cada orificio, un poco de algodón; y, bajando al borde de la venda, cóselo al principio del cuello de la camisa, dale media vuelta alrededor del hombro y llévala de nuevo hasta los botones delanteros. Y haz lo mismo y cose de igual forma en el otro hombro; y de esta forma tendrás la cabeza rodeada por la venda. Una vez hecho esto, tumba al hombre o a la mujer sobre una alfombra, una mesa o una tabla. Coge un aro de hierro de uno o dos dedos de ancho, con algunos dientes en el borde, como si fuese una sierra. Rodea con este aro la cara del hombre y haz que su longitud sea dos o tres dedos mayor que el contorno de la cara. Haz que un compañero lo mantenga ligeramente separado de la cara, que no toque al modelo. Coge la venda y tira de ella hasta conseguir que el borde que no está cosido quede clavado en los dientes del aro y haz que el aro esté separado del rostro unos dos dedos o algo menos, dependiendo de lo grueso que quieras hacer el molde. Te diré que dentro de este molde es donde tendrás que verter el metal fundido.

### Capítulo CLXXXIII

*De qué forma se le permite respirar a la persona de cuyo rostro se quiere hacer un vaciado*

Es necesario que un orfebre te haga dos tubitos de latón o de plata que sean redondos y más anchos por arriba que por abajo, como si fuese una trompeta; han de tener un palmo de largo aproximadamente un dedo de ancho y deben ser lo más ligeros posibles. En la parte de abajo tienen que tener la misma forma que los agujeros de la nariz; y tan ajustados que encajen perfectamente sin que las aletas de la nariz tengan que dilatarse en absoluto. Y haz que, a partir de la mitad, estén punteados por pequeños agujeros y los dos tubos unidos entre sí; en la parte de abajo han de estar separados entre sí exactamente igual que lo están los agujeros de la nariz.

### Capítulo CLXXXIV

*De cómo se vierte el yeso sobre el rostro, cómo se retira el molde, se conserva y cómo se vierte metal en él*

Una vez hecho esto, haz que el hombre o la mujer se coloquen de espaldas: mete los tubitos en los agujeros de la nariz y que él mismo los sujete con la mano. Ten preparado yeso de Bolonia o de Volterra<sup>1</sup>, cocido, fresco y bien tamizado. Ten cerca de ti un barreño de agua y ve añadiendo rápidamente yeso a la misma. Date prisa, ya que endurece rápidamente; y haz que no quede ni demasiado fluido ni demasiado espeso. Coge un vaso. Coloca y ve rellenando con la pasta que has conseguido alrededor del rostro. Cuando hayas rellenado uniformemente. Haz que mantenga los ojos y la boca cerrados, pero no forzadamente, simplemente como si durmiese; y cuando esté lleno hasta un dedo sobre la nariz, déjalo reposar un poco, hasta que fragüe. Y ten presente que si la

---

<sup>1</sup> *Yeso de Bolonia o de Volterra*: actualmente se denomina “yeso de Bolonia” una tiza blanca, formada por carbonato de calcio, procedente de antiguos sedimentos de minúsculas conchas marinas (foraminíferos y radiolarios) que, molidas, lavadas y secadas dan un polvo blanco. Sin embargo aquí Cennini entiende por *yeso de Bolonia o de Volterra* un yeso auténtico y, para ser más precisos, el que se obtiene por cocción a partir del alabastro yesoso (alabastro de Volterra). Este mineral una vez cocido a unos 130 grados, da el llamado *yeso para modelar*.

persona que te sirve de modelo es de gran condición, como un señor, un rey, un papa o un emperador, añade también al yeso agua de rosas<sup>2</sup> templada: si se trata de cualquier otra persona usa agua de manantial, de pozo o de río, templada.

Una vez esté bien seco el molde, corta cuidadosamente la venda que has cosido con ayuda de una cuchilla, un cuchillito o unas tijeras: retira los tubitos de la nariz suavemente: haz que la persona se siente o se ponga de pie, sujetando con las manos el molde que tiene en la cara, moviendo las facciones suavemente hasta que se separe la máscara. Cógela y consérvala cuidadosamente.

Una vez hecho esto, coge un fajín de los que usan los niños y rodea con él el molde, de forma que el fajín sobresalga dos dedos del borde del molde. Toma un pincel grueso de marta y, con el aceite que desees, unta el molde por dentro con mucho esmero, para que no sufra ningún desperfecto. Y de esta forma empapa el yeso. Y tanto mejor si lo mezclas con polvo de ladrillo machacado. Y con el vaso o una escudilla coge algo de yeso y ponlo encima del molde; colócalo encima de una mesa, para que, cuando aplastes el yeso uniformemente sobre el molde, entre en todas partes, al igual que sucede al colocar cera sobre un sello, y sin que queden burbujas ni huecos. Una vez hayas rellenado el molde, déjalo reposar medio día, o como mínimo una jornada. Toma un martillito y suavemente ve golpeando y rompiendo la capa de fuera, es decir la del primer molde, teniendo cuidado de no romper la nariz ni ninguna otra cosa. Y si ves que el molde se puede romper, toma antes un trozo de sierra y corta con ella en varias zonas la capa de fuera; que no llegue a la capa de dentro, ya que causaría graves desperfectos. Cuando el molde esté bien relleno, podrás romperlo fácilmente con un martillito. De esta forma conseguirás la efigie, la fisonomía o la imagen de cualquier gran señor. Y has de saber que cuando tienes este primer molde, puedes hacerla en cobre, hierro, bronce, oro, plata, plomo y en general en cualquier metal que desees. Ponte en contacto con maestros reconocidos que tengan experiencia en fundir y vaciar.

---

<sup>2</sup> *Agua de rosas*: esencia de rosas. Podemos encontrar el método para prepararla en los *Netandissimi Secreti de l'Arte Profumatoria* de G. V. Rosetti (Venezia, 1555): “Coge jugo de rosas silvestres (en cantidad de 0,979 litros) y ponlo a purificar en excrementos de caballo durante quince días y luego destíllalo con alambique y por cada lira (libra, 0,301 gr.) de dicho jugo, añade una onza (25 gr. Aprox.) de polvo de rosas secas, y destíllalo y por cada 4 libras de agua añade los aromas siguientes, tres granos (1 grano=0,052 gr.), una onza de clavel machacado, dos dragmas de alcanfor (1 dragma=3,13 gr. Aprox.), tres dragmas de azafrán y con estas nuevas cosas destíllalo de nuevo y ya está hecho, y por cada gota de esta agua que eches en un cubo de agua de pozo conseguirás un aroma muy intenso”.



## Capítulo CLXXXV

*Te enseñaré cómo vaciar un desnudo entero del hombre o mujer, o un animal y reproducirlo en metal*

Has de saber que con el método anterior y si quieres conseguir más maestría, puedes hacer el vaciado de un hombre entero, como antiguamente se hacía con muy hermosas estatuas desnudas. Y cuando quieras conseguir la imagen de un hombre o una mujer totalmente desnudos, colócalo de pie dentro de un cajón, que mandarás hacer de la altura de un hombre, a la altura del mentón; haz que esta caja esté ensamblada por la mitad de uno de los lados y en otro por toda su longitud. Haz que una plancha de cobre muy delgada vaya desde la mitad de la espalda, empezando en las orejas, hasta el fondo del cajón; y que vaya rodeando el cuerpo desnudo sin tocarlo, separada del cuerpo a una distancia del grosor de una cuerda. La plancha ha de estar claveteada a la caja. Y clava así cuatro pedazos de plancha que se junten de la misma forma que los del cajón. Después unta el desnudo: colócalo de pie dentro del cajón; echa una buena cantidad de yeso mezclado con agua templada; y busca alguien que te ayude, de forma que cuando tú rellenas por delante, tu compañero lo hace por detrás, de forma que el cajón se llene al mismo tiempo hasta la altura de la garganta: por lo que respecta al rostro, puedes hacerlo por separado, tal como te he enseñado. Deja reposar el yeso hasta que fragüe bien. Luego abre el cajón e introduce algún instrumento o escarpelo entre las paredes de la caja y las planchas de cobre o de hierro que has hecho: y ábrela, igual que si fuese una nuez, separando las partes de la caja y del molde que has hecho. Y saca cuidadosamente el cuerpo desnudo: lávalo esmeradamente con agua clara; la carne habrá quedado encarnada como una rosa. E igual que hiciste cuando vaciaste el rostro, puedes hacer esta nueva imagen o forma en el metal que desees; pero yo te aconsejo que lo hagas en cera. La razón de esto (haz también que la pasta se rompa sin dañar la figura): porque puedes corregir y reponer algún trozo de la figura que haya sufrido desperfectos. Después de esto puedes añadirle la cabeza y fundir todo el cuerpo entero, y de la misma forma vacía por separado los miembros, es decir un brazo, una mano, un pie, una pierna, un pájaro, una bestia, animales de todas clases, peces y otros semejantes. Pero han de estar muertos, ya que no tiene sentido común ni la palabra para estarse quietos.

## ANEXO II.- LA CERA

### 1.-DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las ceras son ésteres<sup>3</sup> de los ácidos grasos con alcoholes de peso molecular<sup>4</sup> elevado, es decir, son moléculas que se obtienen por esterificación de un ácido graso con un alcohol monovalente lineal de cadena larga<sup>5</sup>. Son, por tanto, sustancias altamente insolubles en medio acuoso, débilmente reactivas, y a temperatura ambiente, se presentan sólidas y duras. Al calentarse se vuelven moldeables y maleables<sup>6</sup>, siendo dúctiles<sup>7</sup>. Al enfriarse tienen tendencia a retraerse y se vuelven quebradizas, pero son de carácter estable. La excesiva temperatura puede reducir la cera a un estado pastoso y/o líquido, e inclusive llegar a hacerla desaparecer. Dado que son micro-estructuralmente amorfas, para poder manejarlas hay que alcanzar su temperatura de transición vítrea, o más exactamente, su intervalo de reblandecimiento alrededor de este punto.

Este tipo de comportamiento se debe a que sus cadenas poliméricas están desordenadas y por tanto no funden a una temperatura determinada como lo hacen los materiales cristalinos, en los que hay un cambio de fase abrupto de sólido a líquido, y viceversa, a

<sup>3</sup> Los ésteres, en bioquímica, son el producto de la reacción entre los ácidos grasos y los alcoholes. En la formación de ésteres, cada radical OH (grupo hidroxilo) del radical del alcohol, se sustituye por la cadena -COO del ácido graso. El H sobrante del grupo carboxilo, se combina con el OH sustituido, formando agua. Este proceso se denomina esterificación.



<sup>4</sup> A pesar de que se sigue diciendo popularmente *peso molecular*, el término correcto es *masa molecular*. La masa molecular se calcula sumando las masas atómicas de los elementos (átomos) que componen la molécula.

<sup>5</sup> Alcohol monovalente es aquel que presenta un solo radical hidroxilo (-OH) terminal o intermedio.

<sup>6</sup> El que sean maleables supone que pueden ser laminadas.

<sup>7</sup> Cualidad de dúctil, esto es, que admite grandes deformaciones mecánicas. Un material se dice dúctil cuando, bajo la acción de una fuerza, puede deformarse sosteniblemente sin romperse.

unas condiciones invariantes de presión y temperatura. Tenemos pues, que la cera funde dentro de un intervalo de temperaturas; comienza a reblandecerse a una temperatura determinada, y va licuándose hasta hacerse un líquido muy fluido a una temperatura más elevada. Por lo tanto, al hablar de este material se utiliza el término más correcto de intervalo de reblandecimiento del material.

## 2.-TIPOLOGÍA DE CERAS. CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ORIGEN

### 2.1.-NATURALES

#### 2.1.1.-VEGETALES

Las ceras vegetales forman generalmente la película protectora de hojas, frutos y cortezas, para evitar la pérdida de agua por evaporación, en las plantas.

La **cera de carnauba** es de un color amarillo grisáceo. Fundamentalmente se recolecta en Brasil a partir de una palmera, la *Copernicia cerifera*, cuyas hojas son secadas al sol y posteriormente rascadas. La materia obtenida de este modo es fundida y clarificada en agua hirviendo. Se compone de alrededor de un 80% de ésteres de ácidos grasos<sup>8</sup>, del 10 al 15% de alcoholes<sup>9</sup>, de un 3 a un 6% de ácidos y del 1 al 3% de hidrocarburos<sup>10</sup>. Tiene un intervalo de fusión muy elevado, de 84-91 °C. Es de dureza alta y considerablemente frágil. Se emplea en modelado de precisión, pero fundamentalmente en restauración y en pintura a la encáustica. Suele mezclarse con cierta cantidad de parafina para facilitar su blanqueamiento.

---

<sup>8</sup> Un ácido graso es una biomolécula orgánica de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada, de número par de átomos, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ .

<sup>9</sup> En química se denomina alcohol a aquellos hidrocarburos saturados que contienen un grupo hidroxilo (-OH).

<sup>10</sup> Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno.



**FIG.1.-** *Copernicia cerifera*. Palmera endémica de Brasil, de donde se obtiene la cera de carnauba.



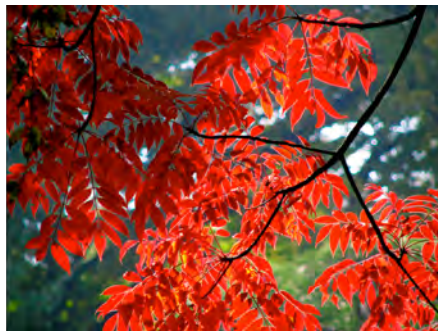
**FIG. 2.-** *Euphorbia cerifera*. Arbusto que crece en el norte de México, de donde se extrae la cera de candelilla.

La **cera de candelilla** se consigue por inmersión en agua hirviendo de las hojas de un pequeño arbusto: *Euphorbia cerifera*, el cual crece en climas semi-desérticos, casi exclusivamente en el desierto de Chihuahua (Norteamérica, México). Contiene fundamentalmente hidrocarburos saturados lineales<sup>11</sup> de 31 átomos de carbono (alrededor del 50%) y una cantidad relativamente baja de ésteres volátiles. Dura y quebradiza por contener grandes cantidades de resina, se utiliza para endurecer otras ceras, con la ventaja de que apenas aumenta el punto de fusión de la mezcla. Permite una gran precisión en trabajos de modelado.

La **cera de Japón** procede de la envoltura de los frutos del *Rhus succedanea*, originario de China y Japón. En bruto es de color marrón verdoso y se blanquea al sol tornándose

<sup>11</sup> Un hidrocarburo saturado es aquel que no contiene enlaces dobles, triples, ni aromáticos, sólo múltiples enlaces carbono-hidrógeno en cadena lineal.

blanca o verdoso-amarillenta. Su rango de fusión ronda los 45 °C -50 °C. Tiene cerca de un 95% del triglicérido tripalmitina<sup>12</sup>. Añadida a la cera de abejas, reduce su maleabilidad, su brillo y punto de fusión.



**FIGS. 3 y 4.-** Izda. Fruto del *Rhus succedanea*, del que se extrae la cera de Japón. Dcha. El árbol de procedencia.

La **cera de uricuri** procede de las hojas de la palmera *Syagrus coronata*, que es originaria de Brasil. Se utiliza como sustitutivo de la cera de carnauba, al igual que la cera de caña de azúcar. Esta última, en estado natural, se encuentra en la superficie de la caña y se separa de la espuma de defecación del jugo durante la fabricación del azúcar. En bruto es una cera negruzca, blanda y con un olor que recuerda al de la melaza de caña. Su intervalo de fusión oscila entre los 72 °C y los 76 °C.

La **cera de China** procede de un arbusto, no ha de confundirse con la cera del *insecto de China* que, como se verá en el apartado siguiente, es de origen animal.

#### 2.1.2.-ANIMALES

Las ceras animales son secretadas por los animales, se encuentran en sus organismos. La más conocida es la **cera de abejas**. Desde tiempos inmemoriales ha sido utilizada en

<sup>12</sup> Los triglicéridos, triacilglícéridos o triacilglicerolos son acilglicerolos, un tipo de lípidos, formados por una molécula de glicerol, que tiene esterificados sus tres grupos hidroxilo (-OH) por tres ácidos grasos, saturados o insaturados. En concreto, la Tripalmitina es un triglicérido formado por tres moléculas de ácido palmítico y glicerol. El ácido palmítico es un ácido graso saturado de cadena larga, formado por 16 átomos de carbono  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ . El glicerol o glicerina es un alcohol con tres grupos hidroxilo (-OH)  $\text{HOCH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$ .

muchos campos, principalmente: artístico, religioso y medical; tanto por su plasticidad como por los poderes mágicos y de curación que se le atribuían<sup>13</sup>.

Es secretada por las glándulas cereras o ceruminosas situadas bajo el abdomen de las abejas. Se trata de ocho glándulas que funcionan del doceavo al decimonoveno día de su vida. En Europa es la abeja doméstica, la *Apis mellifera*, la que la produce.



**FIGS. 5, 6.-** *Apis mellifica*. A la derecha vista esquemática de la misma. Se ha marcado en verde el lugar del abdomen en que se encuentran las glándulas cereras.

Existen distintos mecanismos de separación de la cera del panal<sup>14</sup>, y cada uno confiere a la masa impurezas diferentes y determinadas, que modifican su color y maleabilidad. Así, normalmente, se encuentra polucionada y tintada por otros productos constitutivos de la colmena como son el propóleos, el polen y restos de envolturas de huevos y vainas de larvas.

Esta cera es habitualmente amarilla aunque puede ser más blanquecina por acción de la luz solar,

<sup>13</sup> Véase el Capítulo I del presente estudio.

<sup>14</sup> Cayo Plinio Segundo, más conocido como Plinio el Viejo, explica en su *Historia Natural* la extracción de la cera de las colmenas con todo detalle. Véase Cayo Plinio Segundo, *Historia Natural*. Traducida por Gerónimo Huerta (Madrid: por Juan González, 1629): Tomo segundo, libro XXI, capítulo XIII, 280.

La cera amarilla, ò la cera tal, como la fabrican las Abejas, está formada por la verdadera cera; quiero decir, por la cera blanca, y una substancia colorante, que parece ser un azeite graso, menos fijo que la verdadera cera [...] Digo, que la substancia colorante es grasa, porque la cera amarilla es mas untosa que la blanca: y también digo que es menos fija que la cera blanca, porque el rocío, y principalmente el Sol, la hacen desaparecer<sup>15</sup>.

En la Europa del siglo XVIII, tradicionalmente, se filtraba la cera eliminándole todo tipo de impurezas en tres sesiones de derretido, y una vez purificada, la cera amarilla líquida se disponía en laminillas muy finas<sup>16</sup>, sobre lienzo, que se blanqueaban por acción conjunta del sol y el rocío<sup>17</sup>. Esta operación se repetía dos veces y se iniciaba a mediados de mayo, con la llegada del buen tiempo. Algunas manufacturas de blanqueo añadían, en el tercer derretido, para favorecer la clarificación de la cera,

«[...] alumbre<sup>18</sup>, cristal mineral, ò crema de tártaro<sup>19</sup>[...]»<sup>20</sup>.

<sup>15</sup> Henri Louise Duhamel Du Monceau, *Arte de cerero* (Madrid: Imprenta Pedro Marín, 1777), 27.

<sup>16</sup> Se llamaba a esta acción *avirutar* la cera para que hubiera tanta más superficie de la misma expuesta a la acción blanqueadora del sol. Monceau, *Arte de cerero*, 84.

<sup>17</sup> Había diversidad de opiniones entre los blanqueadores sobre si el rocío ayudaba o no a la clarificación. Algunos de ellos observaron que en los meses de Junio y Julio, en los que la *rociada* era menos fuerte, se obtenían las ceras más blancas. Por ello Trudon (dueño de una Manufactura de cera de abejas en Francia) llega a la conclusión de que es el sol el elemento que la clarea: “[...] solamente el Sol chupando aquel aceyte puede hacer que quede blanca la cera.” Sin embargo, el señor Castellanos (España), si bien coincide en que es el sol el responsable del blanqueo, opina que ese *aceite* no es el que impide a la cera transformarse mejor o peor, sino la existencia de otras sustancias extrañas y heterogéneas que no se han podido separar de la misma, en su proceso de purificación. Monceau, *Arte de cerero*, 99-101.

<sup>18</sup> El alumbre es una sal, un sulfato doble compuesto por el sulfato de un metal trivalente, que no tiene porqué ser el aluminio, y otro de un metal monovalente. Su fórmula general es  $AB(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ , siendo A y B cationes con carga +1 y +3 respectivamente. Acceso el 30 de diciembre de 2014, <http://www.wordreference.com/definicion/alumbre>

<sup>19</sup> La crema de tártaro es ácido tartárico. Es un compuesto orgánico polifuncional, cuyo grupo funcional principal es el carboxilo (ácido carboxílico). Su fórmula es:  $HOOC-CHOH-CHOH-COOH$ , con fórmula molecular  $C_4H_6O_6$ . Su peso molecular es 150 g/mol. Contiene, por tanto, dos grupos carboxílicos y dos grupos alcohol en una cadena de hidrocarburo lineal de 4 átomos de carbono. Acceso el 30 de diciembre de 2014, [http://www.tartaric.com/acido\\_tartarico](http://www.tartaric.com/acido_tartarico)

<sup>20</sup> Monceau, *Arte de cerero*, 27.

Hoy en día se utilizan agentes químicos oxidantes, tales como el ácido nítrico<sup>21</sup>, el permanganato de potasio<sup>22</sup> o el bicromato de potasio<sup>23</sup>. El problema reside en que estos productos son muy agresivos por lo que alteran significativamente las propiedades mecánicas del material ceroso, volviéndolo más frágil y quebradizo.

Tiene un intervalo de reblandecimiento de alrededor de 62-64 °C, a menos que se mezcle con otros productos que hagan variar esta temperatura. Según el estudio de Besnainou, la cera de abejas amarilla pura reblandece entre 63-64 °C y ésta misma, blanqueada al sol y mezclada con esencia de trementina lo hace a 63,5 °C<sup>24</sup>.

Ya en el siglo XVIII se tenía conocimiento de que

[...] la cera está formada, del mismo modo que las sustancias resinosas, de un ácido, y de una sustancia azeitosa [...] <sup>25</sup>.

La composición general de la cera de abejas dada por Tulloch<sup>26</sup> es la siguiente:

14 % de hidrocarburos, 35 % de monoésteres, 14 % de diésteres, 3% de triésteres, 4% de hidroxí monoésteres, 8% de hidroxí poliésteres, 12% de ácidos libres<sup>27</sup>, 1% de ácidos monoésteres, 2% de ácidos poliésteres y un 7% de materia no identificada.

---

<sup>21</sup> El ácido nítrico se obtiene mezclando pentóxido de dinitrógeno ( $N_2O_5$ ) y agua, es un agente oxidante muy potente; un líquido corrosivo y muy tóxico.

<sup>22</sup> El permanganato de potasio es un compuesto químico formado por iones potasio ( $K^+$ ) y permanganato ( $MnO_4^-$ ). Es un fuerte agente oxidante.

<sup>23</sup> El bicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) es una sal del hipotético ácido dicrómico (este ácido en sustancia no es estable)  $H_2Cr_2O_7$ . Es un oxidante fuerte de color intenso anaranjado.

<sup>24</sup> Didier Besnainou, *Cire et cires: étude sur la composition, l'alteration, la restauration, la conservation des œuvres céroplastiques* (Paris: Institut Français de Restauration des Œuvres d'Art, 1984), 22.

<sup>25</sup> Monceau, *Arte de cerero*, 25.

<sup>26</sup> Sylvie Colinart, «Matériaux constitutifs», en *Sculptures in cire de l'Ancienne Égypte à l'art abstrait*. (Paris: RMN, 1987), 30.

<sup>27</sup> Los ácidos libres son ácidos grasos no esterificados.



No obstante esta composición es variable en función de su origen, localización, periodo de recolecta y modo de obtención.

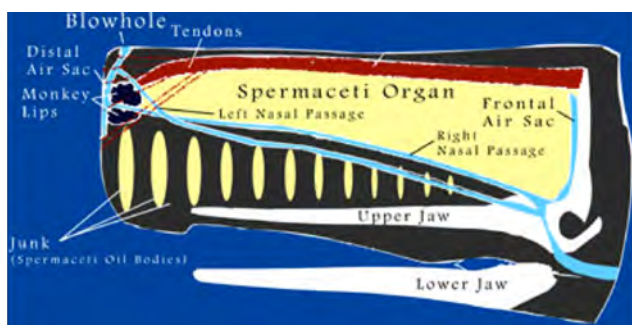
Esta materia oscurece con el envejecimiento, véase tal observación narrada en el siglo XVIII de forma curiosa y acertada por Monceau en su *Arte de cerero*:

[...] los panales recién hechos son unos de color amarillo claro, y de ambar, y otros muy blancos: todos amarillean con el tiempo; y aun los que están en lo alto de las colmenas, se vuelven de un color obscuro, que tira a negro; y a esto es a lo que dan el nombre de cera Morisca<sup>28</sup>.

El **espermaceti o blanco de ballena**, es una cera blanca, dura y translúcida, que se obtiene, desde el siglo XVIII, a partir del aceite de la cabeza del cachalote. Su estructura quedó definida en 1815 por Chevreul<sup>29</sup>:

[...] alrededor de un 95% de ésteres de los cuales un 45% son cetil palmitatos<sup>30</sup>, unos pocos de alcanos<sup>31</sup>, de ácidos grasos y de alcoholes.

Fue muy utilizada como sustituto de la cera de abejas en el siglo XIX. Se funde a 42-49 °C. Se emplea mucho en cosmética. Tiene un precio muy elevado y es difícil de obtener por lo que no es utilizada en escultura, sí en restauración.



**FIG. 7.-** En la zona frontal de su cabeza, el cachalote, tiene un órgano llamado *espermaceti* que está lleno de la cera conocida como *blanco de ballena*.

<sup>28</sup> Monceau, *Arte de cerero*, 26.

<sup>29</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 33.

<sup>30</sup> El cetil palmitato es un éster de alcohol cetílico y ácido palmítico,  $C_{15}H_{31}COO-C_{16}H_{33}$ .

<sup>31</sup> Un alcano es un hidrocarburo saturado lineal.

La **cera de cochinilla o del “insecto de China”**, es secretada por el *Coccus ceriferus*, muy común en China e India, que deposita esta sustancia en las ramas de los árboles. Es más dura que la de abejas y tiene un punto de reblandecimiento más alto: de 80 °C a 83 °C. Es blanca, inodora, y actualmente se utiliza en la industria para hacer velas y protecciones de papel y textiles. No es apta para la escultura pero en países orientales se ha empleado para las mismas aplicaciones que la de abejas en occidente<sup>32</sup>.



**FIG. 8.-** El *Coccus ceriferus* recubre su cuerpo de cera para protegerse y va dejándola pegada en las ramas de los árboles que infesta.

La **lanolina** es una materia color amarillo pálido que se extrae de las aguas de lavado de la lana virgen de carnero. Cuando se purifica adquiere la consistencia de una masa amarillenta, translúcida y de aspecto aceitoso. Se trata de una mezcla de ésteres, de alcoholes terpénicos, esteroides<sup>33</sup> (colesterol<sup>34</sup>, lanosterol y agnosterol) y ácidos grasos. Se reblandece entre 36 y 41 °C. Como el espermaceti se utiliza mucho en cosmética y farmacopea, pero no en escultura.

### 2.1.3.-MINERALES

Las **ceras extraídas del petróleo** se obtienen por destilación fraccionada del petróleo, así, las **parafinas** son las fracciones cerradas en sí mismas de los hidrocarburos

---

<sup>32</sup> Isabel Garófano Moreno, «Materiales orgánicos naturales presentes en pinturas y policromías. Naturaleza, usos y composición química», *Revista ph* 80 (2011): 64.

<sup>33</sup> Los esteroides son esteroides con 27 a 29 átomos de carbono.

<sup>34</sup> El colesterol es un esteroide que se encuentra en los tejidos corporales y en el plasma sanguíneo de los vertebrados.

saturados lineales; mientras que los ramificados, y aquellos que comprenden los ciclos saturados, forman las **ceras microcristalinas**. Comparativamente, las parafinas son ceras macrocristalinas, duras, frágiles, rígidas, de fusión neta, no adhesivas y poco viscosas; mientras que las microcristalinas son blandas, plásticas, flexibles, de fusión por etapas, adhesivas y más viscosas<sup>35</sup>.

Las parafinas fueron las primeras ceras aisladas por Reinchenbasch en 1830 a partir del alquitrán de haya. Están constituidas por hidrocarburos saturados de cadenas lineales de 20 a 30 átomos de carbono, en su mayoría, y tienen un intervalo de fusión de 40-71 °C. Son de color blanco y aspecto translúcido. En escultura son utilizadas puras y en mezclas cerosas<sup>36</sup> y, al igual que las microcristalinas, se utilizan en restauración. La cera parafina se emplea como adulterante de otras ceras más caras, esto es, ceras animales y vegetales.

Las ceras microcristalinas son más tenaces y flexibles y poseen un intervalo de reblandecimiento más alto, entre 60-91 °C. Además de hidrocarburos saturados de cadena lineal, contienen hidrocarburos ramificados y cíclicos, de entre 41 y 50 átomos de carbono.

Ceras extraídas del bitumen<sup>37</sup>. La **ozoquerita** procede de tierras bituminosas próximas a pozos de petróleo. Está compuesta por hidrocarburos saturados e insaturados formados por, al menos, 20 a 56 átomos de carbono y oxígeno, con un cierto contenido de resina. Una vez purificada se torna blanca. Funde entre 60 y 80 °C. La **ceresina** no es sino ozoquerita purificada por acción de ácido sulfúrico, suele mezclarse con parafina y es soluble en cloroformo, benceno y esencia de trementina. Ambas se utilizan en cosmética y en barnices de pintura.

---

<sup>35</sup> Besnainou, *Cire et cires...*, 26.

<sup>36</sup> Mezcladas con carbonato de calcio dan lugar a la conocida plastilina®. Colinart, *Matériaux constitutifs*, 38.

<sup>37</sup> El bitumen o betún es la fracción residual (la que queda en el fondo) resultante de la destilación fraccionada del petróleo. Acceso el 9 de diciembre de 2014, <http://www.eurobitume.eu/bitumen/what-bitumen>

Ceras extraídas de lignitos<sup>38</sup> y carbones, conocidas como **ceras de Montana**. Son duras y de colores muy oscuros, de marrones a negros. Se utilizan a menudo como sustitutivos de la cera de carnauba. Son ceras fósiles cuya composición química depende mucho de su origen; no obstante, decir que se tratan básicamente de una mezcla de ésteres, de ácidos alifáticos y asfalto. Por su color su utilización en escultura es muy restringida.

## 2.2.-SINTÉTICAS

Existen múltiples ceras de síntesis con numerosas aplicaciones industriales. Es el caso de las derivadas de la parafina y de las grasas modificadas. La que presenta una mayor utilización en escultura es la **estearina**. Este es el nombre comercial que recibe la mezcla de ácidos palmítico y esteárico<sup>39</sup>, estudiada por Chevreul a comienzos del siglo XIX. A partir de 1831 se comenzó a fabricar industrialmente por hidrólisis de grasas como sustitución de la cera de abejas para velas<sup>40</sup>; mezclada con ésta se vuelve más plástica utilizando el ácido esteárico como aditivo.

---

<sup>38</sup> El lignito es un carbón mineral que se forma por compresión de la turba (material orgánico esponjoso rico en carbono). Su concentración en carbón es del 60% al 75%. Acceso el 9 de diciembre de 2014, <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=5K1aQVa8ZDXX2bXjkXFJ>

<sup>39</sup> El ácido esteárico es un ácido graso saturado de 18 átomos de carbono. A temperatura ambiente es un sólido parecido a la cera; su fórmula química es  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ . Tiene propiedades tensoactivas.

<sup>40</sup> Colinart, *Matériaux constitutifs...*, 38.

## ANEXO III: GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

**Aceite de lentisco:** aceite que se extrae de un pequeño arbusto: el *Pistacia lentiscus*, típico de la región mediterránea, concretamente de su fruto, tanto de la carne como del hueso.

**Aceite de lino:** aceite llamado comúnmente aceite de linaza, que se extrae de la semilla del lino.

**Acryloid® B72:** adhesivo acrílico, soluble en acetona, bastante débil.

**Adhesión:** unión por contacto superficial.

**Adhesivo:** sustancia que estabiliza una unión sólida entre dos superficies en contacto

**Agentes atmosféricos:** elementos que componen el aire, como oxígeno, anhídrido carbónico y vapor de agua, a los que hay que añadir los agentes contaminantes como óxidos de

nitrógeno, compuestos de plomo, y otros derivados de las actividades humanas. Todas estas sustancias infieren de diferentes maneras en la conservación de obras artísticas como esculturas, activando procesos químicos o alteraciones físicas gravemente dañinas y en ocasiones irreversibles.

**Agentes bióticos:** agentes degradantes asociados a la acción de organismos vivos como hongos, bacterias e insectos.

**Agua de condensación:** agua que se forma cuando el vapor contenido en una masa de aire pasa del estado gaseoso al estado líquido.

**Alae:** en la casa romana, antiguamente, era el ala del edificio, dos estancias que salen de dos lados opuestos del atrio, usadas originariamente para la entrada de agua, aire y comunicación con el exterior.

**Alheña:** tinte rojo de origen natural, conocido actualmente como henna, que se hace con la hoja seca y el pecíolo de *Lawsonia alba*.

**Almazarrón:** dicese del almagre, óxido de hierro rojo.

**Almidón:** polisacárido vegetal que se almacena en las raíces, tubérculos y semillas de las plantas. Sus gránulos contienen polímeros de glucosa y son insolubles en agua a menos que se mezclen con un agitador magnético creando una pasta de almidón. Esta pasta es absolutamente reversible y se utiliza como adhesivo en restauración de papel.

**Alteración:** cambio producido en el aspecto y en los materiales que componen un objeto de arte debido a diferentes factores, entre los que se encuentra la degradación natural por el paso del tiempo, la falta de mantenimiento, los efectos de restauraciones anteriores o las alteraciones químicas, físicas y biológicas provocadas por los distintos agentes exógenos. El término no implica necesariamente un empeoramiento de las características del objeto que se ha modificado.

**Alumbre:** un mineral, un tipo de sulfato doble compuesto por el sulfato de un metal trivalente, como el aluminio, y otro de un metal monovalente. Se trata de una especie de mordiente que fija los

colores y los une, evitando que las partículas más finas se evaporen. Se utiliza también para endurecer el sebo en la fabricación de velas.

**Armenio:** colorante mineral natural.

**Atrium:** en la casa romana antigua, correspondía a un patio central, al que rodeaban las distintas dependencias de la misma.

**AW2®:** resina sintética de los laboratorios BASF, que puede sustituirse por la MS2® o la MS2A® de los laboratorios Howards.

**AYYA:** resina de vinil acetato procedente de distintas especies de jara como *Cistus creticus*. Se extrae concretamente del *Styrax officinalis*. Es de adhesión fuerte. Ha mantenido su nombre árabe.

**Azul de las Indias:** colorante de procedencia vegetal, se adquiere químicamente de las hojas de las especies de *Strobilanthes flaccidifolius* en Asia; entre otras muchas a lo largo del mundo, originarias concretamente de África, Centroamérica, Sudamérica y parte de Europa. La más conocida es una

leguminosa de la India, la *Indigofera tinctoria*, que contiene un colorante comúnmente conocido como *indigotina*, de un azul intenso.

**Azurita:** carbonato básico de cobre sumamente inestable. En ambiente húmedo y alcalino adquiere una tonalidad verde al convertirse en malaquita, pero siempre antes se torna violáceo.

## B

**Barniz de Batavia:** Parece ser que, históricamente, Batavia es el nombre que los romanos daban a la región europea que se corresponde con los actuales Países Bajos. Batavia es también el nombre antiguo de Yakarta (Asia). Ralph Mayer hace referencia al mismo en su obra *Materiales y Técnicas del Arte*. Este tratadista habla del Barniz dammar de Batavia Grado A, que compara con el barniz dammar: “[...] se presenta en piezas más grandes y redondeadas.” Parece que se refiere a las piezas de resina. También habla del Barniz de Batavia Singapur Nº 1, indicando: “[...] es más adecuado para barnices artísticos de solución simple; al

*secarse forma una película más dura y [con] menos tendencia a las eflorescencias [...]”*. Es posible que Cordua se refiera a este tipo de barniz resinoso, no obstante, en su artículo no aparece aclaración alguna al respecto, lo que ha generado dudas. Puede consultarse el tratado de Ralph Mayer. *Materiales y Técnicas Del Arte* (Madrid: Akal, 1993), 241. Basado en la segunda denominación dada puede deducirse que se trate de un barniz de un tipo de resina dammar procedente específicamente de Asia. Tan sólo se trata de suposiciones dado que no se ha encontrado más información al respecto.

**Blanco de Creta:** se compone básicamente de dos pigmentos, cal y blanco de San Giovanni. También es conocido como calcita; es un pigmento que se suele utilizar para preparar imprimaciones. Se usa desde la prehistoria y su composición es a base de carbonato de calcio.

**Blanco de San Giovanni:** o blanco de San Juan es un pigmento que, descrito por Cennino Cennini, no debe confundirse con la cal ordinaria. Se obtiene tomando cal apagada bien blanca, pulverizándola en un barreño

durante ocho días, cambiándole cada día el agua y removiendo bien para que se libre de impurezas. Posteriormente se seca al sol.

**Blanco de Meudon:** otra forma de designar el “Blanco de España”. Es un carbonato de calcio obtenido de piedras calizas pulverizadas, lavadas o levijadas, se utiliza para preparar masillas.

**Blanco de Zinc:** pigmento conocido también como blanco de china, a base de óxido de Zinc  $ZnO$ , que empezó a comercializarse en 1834. No es tóxico.

**Bórax:** compuesto del boro, un tetraborato de sodio. Un cristal blanco que se disuelve fácilmente en agua. Permite que la mezcla fluya uniformemente sobre el molde.

**Brea:** residuo de la pirólisis de un material orgánico o destilación de alquitranes.

cobre al efecto de los vapores calientes del vinagre. Es un color muy brillante e intenso pero no muy estable y poco resistente a la luz y a la humedad. Tiende a cambiar de color volviéndose pardusco.

**Caolinita:** mineral de arcilla. Las rocas ricas en este material son conocidas como caolín o arcilla de China.

**Cera de Esmirna:** tiene un color amarillo que tiende al blanco y procede de Esmirna. Esmirna es una región de Turquía.

**Cera citrina:** aparece en muchos tratados antiguos de farmacopea pero se desconoce con exactitud lo que era.

**Cerusa:** pigmento muy antiguo constituido por un carbonato básico de plomo. Puede encontrarse en estado natural de carbonato, como en el caso de la cerusita. Al contener plomo resulta muy tóxico. Es opaco, de tonalidad cálida y estable frente a la luz.

## C

**Cardenillo:** pigmento sintético a base de acetato básico de cobre preparado artesanalmente sometiendo piezas de

**Citrina:** tiene su procedencia del latín *citrus* y *citrinus*. Es un aceite esencial de limón.



**Cola de pescado:** cola obtenida de las vejigas natatorias de ciertos peces, como el esturión, el bacalao, el barbo y la carpa. Se utiliza como adhesivo natural y es soluble en agua.

**Colofonia:** resina diterpénica, dura, ácida, de color amarillo rojizo transparente obtenida de la resina de algunas especies de pinos. Empleada en la Antigüedad en mezclas con cera.

**Compatibilidad:** afinidad químico-física entre los materiales originales de una obra y los utilizados en su restauración.

**Conservación:** acto responsable que comprende el conjunto de medidas y operaciones programadas con el fin de mantener íntegra la condición fisiológica contextual de los materiales que componen la obra artística, aceptando su declive natural.

**Consolidación:** operación para devolver la cohesión y la estabilidad a un material que ha perdido su consistencia, elasticidad y resistencia a los esfuerzos mecánicos

**Cromatografía de gases:** (Gas Chromatography, GC) técnica de

separación analítica que utiliza una fase estacionaria (columna de separación) y un eluyente gaseoso inerte. Indicada para el análisis cualitativo y cuantitativo de sustancias orgánicas vaporizables separadas mediante un gradiente de temperatura. Es una técnica muy aconsejada en los análisis aplicados a objetos de interés histórico y artístico para identificar con exactitud las sustancias orgánicas utilizadas, como aglutinantes, barnices, protectores u otros.

**Cosmolloid®:** cera sintética polietilénica que resulta de la combinación de ceras microcristalinas refinadas sin disolventes ni químicos. Es insoluble en agua y disolventes polares. Soluble en tolueno, xileno y White Spirit. Su intervalo de fusión aproximado es de 84-90 °C.

**Cúrcuma:** colorante originario de la India, derivado de los rizomas frescos o secos y triturados de la *Curcuma longa*.

## D

**Dislocación mecánica:** línea, en el interior de un sólido, a lo largo de la cual hay una discontinuidad de desplazamiento.

**Ductilidad:** propiedad que presentan algunos materiales, los cuales bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sosteniblemente sin llegar a romper.

## E

**Embarazo ectópico:** (o embarazo extrauterino). Aquél en el que el óvulo se implanta fuera del útero, especialmente en la trompa de Falopio.

**Esencia de trementina:** líquido que se obtiene de la destilación con vapor de la resina extraída de diversas coníferas. Se utiliza como disolvente. Es incoloro y de olor característico.

**Estabilidad:** inmutabilidad en el tiempo y en el espacio. En el campo de los materiales artísticos, designa la resistencia intrínseca de las obras en relación al ambiente de conservación que las rodea. Se habla de estabilidad dimensional, física y química.

**Estopa:** parte basta o gruesa del lino o del cáñamo que queda en el peine cuando se cardan. Se fabrica una tela

muy dura con la misma además de cuerdas.

**Ex – voto:** término latino referido a una donación que se hace a una divinidad sanadora pagana, y, entrado el catolicismo, a Cristo, a alguna Virgen o un Santo, como agradecimiento de un beneficio recibido.

## F

**Fústico:** también conocido como maclurina o caqui, es una sustancia que se logra al hervir en agua la madera del árbol de mora.

## G

**Galipot:** producto de la evaporación espontánea de la trementina sobre los troncos de los árboles.

**Goma guta:** se conoce también como laca amarilla. Es una goma natural extraída de las plantas de familias de árboles del este de Asia: el jugo del árbol de la goma guta. Antiguamente denominada “El bello amarillo-dorado” ya se utilizaba en la Edad Media. Se desvanece por efecto de la luz.

**Goma laca:** sustancia orgánica que se obtiene a partir del residuo o secreción

resinosa de un pequeño insecto rojo llamado “gusano de la laca” (*Laccifer lacca*) o *Kerria lacca* que habita en lugares del sudeste asiático como Indonesia o Sri Lanka. Es soluble en alcohol.

## H

**Hidropepsia fetal:** conocida también como *hydrops fetalis*, es un problema muy grave que pone en riesgo la vida del bebé antes y después de nacer. Se caracteriza por provocar un edema grave, es decir, una hinchazón en el feto o en el recién nacido, por una cantidad excesiva de líquido que sale del torrente sanguíneo e ingresa en diversos tejidos corporales.

**Humedad relativa (HR):** término que expresa la relación existente entre la humedad total que puede contener el aire (humedad de saturación) y la que realmente tiene. Constituye el grado de saturación del aire y depende de la temperatura y la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera. Se expresa en porcentajes. Sus cambios repentinos son dañinos para la conservación de las obras

## I

**Integridad:** característica de una obra artística que conserva casi por completo los materiales con que se hizo y no ha sufrido intervenciones de restauración mutiladoras

## L

**Laca blanca:** óxido de aluminio hidratado que por su transparencia suele añadirse a los pigmentos para trabajar por veladuras.

**Laca de granza:** uno de los colorantes rojos principales y más conocidos utilizados a lo largo de la historia, el verdadero rojo. Se obtiene de la Granza (*Rubia tinctorum*), una planta herbácea ramificada.

**Lascaux® 498 HV:** adhesivo acrílico termoplástico a base de metil metracrilato y butil acrilato. Es insoluble en agua una vez seca pero soluble en acetona y tolueno.

**Lux:** (símbolo lx) unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen/m<sup>2</sup>. Se usa en

fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

## M

**Melinex®:** film de poliéster que resiste alta temperaturas. Polímero acrílico sintético disponible en hojas de diferente espesor.

**Microscopía electrónica de barrido (SEM):** técnica microscópica que utiliza como fuente de radiación un haz focalizado de electrones acelerados. Puede superar los 200.000 aumentos. El impacto de los electrones sobre la superficie de la muestra genera una serie de fenómenos característicos de los elementos presentes que pueden registrarse mediante imágenes.

**Morfogénesis:** proceso por el cual se van desarrollando en un embrión los órganos diferenciados de un adulto a partir de estructuras indiferenciadas.

**Mowilith®:** dispersión acuosa de un copolímero a base de acetato de vinilo y éster butílico del ácido maleico, exento

de plastificantes. Se utiliza como adhesivo en restauración de papel y soporte celulósico.

## N

**Nafta:** compuesto químico que se usa como disolvente, un éter de petróleo.

**Nanómetro:** (nm) medida de longitud utilizada para medir radiaciones. Un nanómetro equivale a una millonésima parte de un metro.

## P

**Panasil Putty:** silicona para hacer moldes dentales. Es de alta viscosidad y relativamente elástica. Es un material de impresión de mucha precisión a base de vinilpolixano.

**Papel manila:** papel similar al de seda pero algo más opaco, tiene una gran resistencia al estiramiento. Se realiza con cáñamo de Manila.

**Paraloid® B67:** resina acrílica al 100 % a base de Isobutil-metacrilato con óptimas características de brillo y adhesión. Es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados.

**Paraloid® B72:** resina acrílica al 100 % a base de Etil-metacrilato con estupendas características de dureza, brillo y adhesión. Es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados.

**Pez de Borgoña:** o pez blanca es el residuo de la destilación por vapor de la esencia de trementina. Actualmente se la conoce como pez rubia o colofonia fundida.

**Pez grasa:** Nombre que se le dio en España, a la llamada pez de Borgoña en Francia, en el siglo XVIII.

**Pez griega:** forma en que se designaba a la resina de colofonia, una resina sólida, producto de la destilación de la trementina.

**Pez naval:** mezclada con cera recibe el nombre de zopissa.

**Podálico:** adjetivo relativo al pie, dicese de la presentación en la que el feto muestra en primer lugar los pies en el estrecho de la pelvis.

**Polibutiral de vinilo:** también conocido simplemente como Butiral, es un

compuesto químico resultado de mezclar alcohol de polivinilo con butiraldehído. El material resultante es un polímero de gran adherencia y durabilidad, utilizado principalmente en la industria del vidrio.

**Polímero:** compuesto de alto peso molecular; sustancia natural o sintética formada por macromoléculas que derivan en la repetición de unidades estructurales que se mantienen juntas por enlaces covalentes (cadena polimérica). Muchas de las resinas sintéticas utilizadas en restauración pertenecen a esta categoría, igual que numerosas sustancias animales y vegetales usadas en el campo artístico (colas, gomas vegetales y otras). Pueden ser naturales, artificiales (modificados químicamente por el hombre) y sintéticos (obtenidos por síntesis química).

**Punto de reblandecimiento:** intervalo de temperatura en el cual se produce el paso gradual del estado condensado al líquido. Se utiliza para las sustancias compactas no cristalinas (como el vidrio o la cera) que no sufren la fusión del retículo cristalino por colapso térmico.

## R

**Radiación ultravioleta (UV):** radiación electromagnética cuya longitud de onda está comprendida aproximadamente entre los 400 nm ( $4 \times 10^{-7}$  m) y los 15 nm ( $1,5 \times 10^{-8}$  m).

**Real de vellón:** moneda antigua que se utilizaba en la España del siglo XVIII. Equivalía a 25 de las antiguas pesetas, unos 0,15 €.

**Reconstrucción:** operación de reintegración de lagunas destinadas a recuperar el efecto óptimo del conjunto, al menos visto desde lejos. En este sentido se convierte en una intervención filológica. Los elementos reconstruidos se han de diferenciar visiblemente de las partes originales.

**Resina dammar:** resina de origen vegetal, la resina terpénica menos ácida que se conoce y, en consecuencia, la que menos amarillea. Presenta buena solubilidad en disolventes orgánicos.

**Resina elemí:** resina blanda que se extrae de las angiospermas. Utilizada como plastificante por su bajo punto de fusión, aporta a la película buena

adherencia. Se comercializa como un líquido espeso, pegajoso y de un color blanco grisáceo. Es una suspensión de ácidos orgánicos complejos en aceites esenciales. Es soluble en hidrocarburos aromáticos y alcohol. Es altamente compatible con los aceites, las ceras y las resinas naturales y sintéticas.

## S

**Sandáraca:** o sandaraca es una resina amarillenta que se obtiene del enebro, del araar y otras cupresáceas. La resina es una exudación natural del árbol, pero se estimula su producción realizando incisiones en la corteza.

**Sangre de drago:** resina vegetal de color rojo que se adquiere practicando una incisión en el tronco de algunas especies de *Dracaena* (familia de las *liliáceas*). Preferentemente se extrae de la planta *Dracaena cinnabari*, originaria de algunas regiones asiáticas y de las Islas Canarias.

**Shellac®:** denominación inglesa que se le da a la goma laca.

**Syntolit®:** polímero de alta resistencia utilizado como adhesivo y que resulta muy fácil de eliminar.

## T

**Trementina de Venecia:** es una trementina odorífera y anaranjada que se extrae en las inmediaciones de esta ciudad, del alerce *Larix decidua*, originario de Europa Central. Se compone básicamente de ácidos abietadiénicos y pimaradiénicos, de Manool y de alrededor de un 30 % de acetato de larixyl.

**Tricloroetano (TCE):** sustancia química de síntesis que se presenta en forma de líquido incoloro. Se utiliza como disolvente y es altamente tóxico por lo que actualmente se desaconseja su utilización.

**Trípoli:** tipo de roca silícea microcristalina, porosa, resultado de la sedimentación del cuarzo de la región de Calcedonia (antigua ciudad griega y bizantina).

**Tylosa® o Tylose®:** adhesivo que se utiliza en restauración de papel o como agente condensante de emulsiones. Es

una metilhidroxixelulosa soluble en agua fría e insoluble en agua caliente o disolventes orgánicos.

## V

**Venus médicas:** estatuas anatómicas diseccionadas de mujeres.

**Verdigrís:** Pigmento conocido también como Cardenillo, nombre con el que se le conocía en la terminología castellana, así como *Verdete*.

**Vinamul® 6525:** emulsión de vinil acetato que se utiliza como adhesivo.

## W

**White Spirit:** disolvente extraído del petróleo, incoloro o levemente amarillento, con olor a queroseno y muy poco soluble en agua.

## Y

**Yeso de Bolonia o de Volterra:** yeso auténtico y, para ser más precisos, el que se obtiene por cocción a partir del alabastro yesoso (alabastro de Volterra). Este mineral una vez cocido a unos 130 °C, da lugar al llamado *yeso para modelar*.

## ANEXO IV.-ÍNDICE DE IMÁGENES

---

### PARTE 1.-LA CERA COMO MATERIAL EN LA HISTORIA DEL ARTE Y DE LA MEDICINA

#### CAPÍTULO I.- LA CERA EN EL ARTE

**FIGS. 1 y 2.-** Máscaras de Osiris. Izquierda: cera marrón y detalles en negro. Derecha: cera verde. Museo del Louvre, París, Francia. VVAA. *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*. (Paris: RMN, 1987), 94.

**FIG. 3.-** Los cuatro hijos de Horus. Cera verde. Museo del Louvre, París, Francia. VVAA. *Sculptures...*, 95.

**FIG. 4.-** Máscara mortuoria en yeso. Museo de El Cairo. Egipto. Acceso el 9 de octubre de 2014, [www.oocities.org/scribelist/tetis\\_mask.htm](http://www.oocities.org/scribelist/tetis_mask.htm)

**FIG. 5.-** Retrato de Eirene. Encáustica. El Fayum, h. 45 d. C. Württembergisches Landesmuseum, Antikensammlung, Stuttgart, Alemania. Acceso el 3 de noviembre de 2014, [http://perso.wanadoo.es/historiaweb/egipto/retratos/index\\_retratos.htm](http://perso.wanadoo.es/historiaweb/egipto/retratos/index_retratos.htm)

**FIG. 6.-** Máscara funeraria. Cera y ojos de vidrio. Museo Arqueológico Nacional de Nápoles, Italia. Roberta Ballestriero, «Efigie, Cadáver y Cuerpo Enfermo en la Ceroplástica» (tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2012), 6.

**FIG. 7.-** Figura humana. Cera. Antiguo Egipto, 100-200 a. C. British Museum, Londres, UK. Acceso el 13 de abril de 2015, <http://www.britishmuseum.org>

**FIG. 8.-** Amantes abrazados. Cera. Amor López Jimeno, «Una figurita de plomo hallada en Paros y otras figuritas de magia maléfica», *MHNH* 10 (2010): 107.

**FIG. 9.-** Ex – voto. Cera blanca. Donación de M. Prosper Laudrin en 1977. Museo Nacional de Artes y Tradiciones. París, Francia. VVAA. *Sculptures...*, 393.

**FIG. 10.-** Ex – voto. Cera blanca. Donación de M. Prosper Laudrin en 1977. Museo Nacional de Artes y Tradiciones. París, Francia. VVAA. *Sculptures...*, 393.

**FIG 11.-** Efigie funeraria del Doge Alvise IV Mocenigo. Cera. 1779. Scuola Grande di San Rocco, Venecia, Italia. Ballestriero, *Efigie...*, 220. Fotografía Ballestriero R. & Burke O.

**FIG. 12.-** *Busto de Giuliano de' Medici.* Andrea del Verrocchio. 1475-1478.



National Gallery. Washinton D.C., Estados Unidos. Roberta Panzanelli, «Compelling Presence. Wax Effigies in Renaissance Florence», en *Ephemeral Bodies. Wax Sculpture and the Human Figure*, ed. por Roberta Panzanelli, (California: Getty Publications, 2008), 13. Acceso 4 de mayo de 2011,

[National gallery in washington d.c., andrea del verrocchio, giuliano de' medici, 1475-78 01.JPG](#)

**FIG. 13.-** *Carlos V.* Medallón-retrato en cera. Antonio Abbondio. 1571. Acceso el 3 de mayo de 2011, <https://www.pinterest.com/pin/12314598955355142/>

**FIG. 14.-** *Peste.* Cera. Gaetano Zumbo. H. 1691. Museo *La Specola*. Florencia, Italia. VVAA. *Ephemeral bodies. Wax Sculpture and the Human Figure* (California: Getty Publications, 2008), 7.

**FIG. 15.-** Detalle de la figura anterior. Acceso el 20 de mayo de 2011, [http://farm1.static.flickr.com/22/29878979\\_52c5157fe2.jpg?v=0](http://farm1.static.flickr.com/22/29878979_52c5157fe2.jpg?v=0)

**FIG. 16.-** *La peste.* Óleo sobre lienzo. Mattia Preti, 1656. Galería Nacional de Capodimonte, Nápoles, Italia. Acceso el 20 de mayo de 2011, [http://www.pitturaomnia.com/rivista\\_pittura\\_00008b.htm](http://www.pitturaomnia.com/rivista_pittura_00008b.htm)

**FIG. 17.-** Ilustración que representa un Museo popular de anatomía. Acceso el 20 de mayo de 2011, <http://operamundi.operamundimx.com/2010/07/museo-popular-de-anatomia-el.html>

**FIG. 18.-** *El Pensativo.* Boceto en cera roja atribuido a Michelangelo. Primera mitad del siglo XVI. Museo Nacional del Bargello, Florencia, Italia. Ballestriero, *Efigie...*, 14. Fotografía Ballestriero R. & Burke O.

**FIG. 19.-** Figura masculina *écorché*. Cera roja. Atribuida a Michelangelo. Finales del siglo XVI. Victoria & Albert Museum, Londres, U. K. Ballestriero, *Efigie...*, 17. Fotografía Ballestriero R. & Burke O.

**FIG. 20.-** Deposición. Cera amarilla sobre pizarra. Escuela de Michelangelo. h. 1628. Museo Nacional del Bargello, Florencia, Italia. Ballestriero, *Efigie...*, 16. Fotografía Ballestriero R. & Burke O.

**FIG. 21.-** *Las furias de Hércules.* Cera. Antonio Canova. Siglo XVIII-XIX. Museo Correr, Venecia, Italia. Ballestriero, *Efigie...*, 22. Fotografía Ballestriero R.

**FIG. 22.-** *La adoración de los Magos*. Cera, seda engomada y papel. Miniatura de Fray Eugenio Gutiérrez de Torices. Siglo XVII. Museo Nacional de Artes Decorativas de Madrid, España. Acceso el 10 de junio de 2011,

[http://www.asinbe.com/museos/belenesrele/belenesrele\\_07.htm](http://www.asinbe.com/museos/belenesrele/belenesrele_07.htm)

**FIG. 23.-** *La Petite danseuse de 14 ans*. Bronce. Edgar Degas. Museo d'Orsay. París, Francia. Acceso 11 de diciembre de 2014,

<http://eljardindegiverny.wordpress.com/2010/12/06/bailes-de-cera/>

**FIGS. 24 y 25.-** (Izda) Bailarina en arabesco. (Dcha) Bailarina en cuarta posición sobre la pierna derecha. Cera marrón. Edgard Degas. Museo d'Orsay, París, Francia. VVAA. *Sculptures...*, 230 y 232.

**FIG. 26.-** Detalle de la fig. 25. VVAA. *Sculptures...*, 233.

**FIG. 27.-** *La edad de oro*. Cera con interior de yeso. Medardo Rosso. 1886-87. Fine Arts Museums de San Francisco, USA. VVAA. *Ephemeral...*, 138.

**FIG. 28.-** *He aquí el niño (Ecce Puer)*. Cera con interior de yeso. Medardo Rosso. 1906. Piacenza, Galleria d'Arte Moderna, Italia. VVAA. *Ephemeral...*, 133.

## CAPÍTULO II.- LA CEROPLÁSTICA CON FINES CIENTÍFICOS

**FIG. 1.-** Página inicial de *De humani corporis fabrica* de Vesalius. Martin Kemp y Marina Wallace, *Spectacular Bodies. The Art and Science of the Human Body from Leonardo to Now* (London: Hayward Gallery Publishing, 2000), 22.

**FIG. 2.-** Teatro de Anatomía de la Universidad de Madrid. Grabado. Matías de Irala. 1728. Acceso el 10 de noviembre de 2010,

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1172289/figure/f1/>

**FIG. 3.-** *Lección de anatomía por John Banister en el Barber-Surgeons' Hall*. Pintura sobre tabla. H. 1580. Acceso el 10 de noviembre de 2010,

[http://www.mexicolore.co.uk/uploadimages/325\\_09\\_2.jpg](http://www.mexicolore.co.uk/uploadimages/325_09_2.jpg)

**FIG. 4.-** *La lección de anatomía del doctor Nicolaes Tulp*. Óleo sobre lienzo. Rembrandt Van Rijn. 1632. Museo Mauritshuis, La Haya, Holanda. Acceso el 12 de noviembre de 2010, <http://www.comoaprenderapintar.com>

**FIG. 5.-** Miniatura de modelo anatómico de mujer embarazada. Talla en Marfil. Stephan Zick. Siglo XVII. Alicia Sánchez Ortiz, Nerea Del Moral, Roberta Ballestriero, «Anatomía femenina en cera: ciencia, arte y espectáculo en el siglo XVIII», *Laboratorio de Arte* 25 (2013): 618.

**FIG. 6.-** Muñeca anatómica. Talla en marfil. Museo de Ciencias de la Salud de la Universidad de Alabama. Sánchez Lorena, “Las muñecas muertas” (2013), acceso el 22 de diciembre de 2014, <http://hominidas.blogs.quo.es/tag/anatomia/>

**FIG. 7.-** *Estudio de anatomía, útero*. Plumilla, tinta marrón y aguada. Leonardo Da Vinci. 1509-1514. Royal Library, Windsor. U. K. Acceso el 19 de diciembre de 2014, <http://www.geocities.ws/arqfdr/6-Renacimiento/leonardo.htm>

**FIG. 8.-** Grabado de Francesco Valesio en *Tabulae Anatomicae* (1627) de Casserius. Acceso el 6 de septiembre de 2010, <http://www.codex99.com/anatomy/74.html>

**FIGS. 9 y 10.-** Láminas de Gérard de Laiserre en el tratado de Bidloo *Anatomia humani corporis* (1685). Grabados en lámina de cobre. National Library of Medicine, Amsterdam, Holanda. Acceso el 6 de septiembre de 2010, <http://www.nlm.nih.gov/dreamanatomy/images/1200%20dpi/II-A-2.jpg>

**FIG. 11.-** Lámina del Tratado de Albinus. Jan Wandelaar. 1747. Acceso el 13 de noviembre de 2010, <http://www.anatomyacts.co.uk/learning/biology/The-body-proportion-and-simple-ratio.htm>

**FIGS. 12 y 13.-** Láminas de d’Agoty procedentes de su tratado. 1752. Acceso el 6 de septiembre de 2010, [http://www.nlm.nih.gov/exhibition/historicalanatomies/gautier\\_home.html](http://www.nlm.nih.gov/exhibition/historicalanatomies/gautier_home.html)

**FIG. 14.-** Tabla VI. Feto de nueve meses en su posición natural. Tratado de Hunter. 1774. Grabado. Robert Strange. Kemp and Wallace, *Spectacular...*, cat. 146, 47.

**FIG. 15.-** *Venus de Urbino*. Óleo sobre lienzo. Tiziano. 1538. Galería de los Uffizi, Florencia, Italia. Acceso el 10 de noviembre de 2009, <http://www.ihistoriarte.com/2014/06/tiziano-vecellio/>

**FIG. 16.-** *Adán anatómico*. Cera. *La Specola*. Florencia, Italia. Acceso el 18 de abril de 2015, <http://www.articulo.mercadolibre.com.uy>

**FIGS. 17 y 18.-** (Izda.) *Adán Anatómico*. Grabado del tratado de Albinus. 1947. (Dcha.) modelo anatómico en cera atribuido a Clemente Susini; coincidentes. *La Specola*. Florencia, Italia. Acceso el 10 de noviembre de 2009,

[http://chrisjagers.net/uploaded\\_images/albinus3-757529.jpg](http://chrisjagers.net/uploaded_images/albinus3-757529.jpg)

**FIG. 19.-** *El Scorticato*. Bronce. Ludovico Cardi, *Il Cigoli*. Museo Nazionale del Bargello. Florencia, Italia. Acceso el 19 de diciembre de 2014,

<http://www.artsblog.it/galleria/palazzo-blu-pisa-il-cannocchiale-e-il-pennello/13>

**FIG 20.-:** *Nódulos linfáticos yugulares*. Cera anatómica atribuida a Michelle Corti y Andrea Corsi. Primera mitad del siglo XVII. Museo Del Bargello, Florencia, Italia. Acceso el 11 de diciembre de 2009,

[http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica\\_en.html](http://www.anfamedmuseo.unipr.it/ceroplastica_en.html)

**FIG. 21.-** *Anatomía de la cabeza masculina (Testa)*. Cera y hueso. Zumbo. Principios del siglo XVIII. Museo Nacional de Historia Natural de París. París, Francia. Acceso el 11 de diciembre de 2009,

<https://histresearch.wordpress.com/2012/04/05/zumbo/>

**FIGS. 22 y 23.-** *Despellejado que muestra la superficie del músculo esquelético*. Conjunto y detalle. Cera y hueso. Ercole Lelli. Museo de Anatomía de la Universidad de Bolonia. Italia. Acceso el 20 de diciembre de 2009,

[http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/s\\_5\\_le.htm](http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/s_5_le.htm)

**FIG. 24.-** *Feto con el cordón umbilical y la placenta adjunta*. Cera. Anna Morandi. Museo de Anatomía de la Universidad de Bolonia. Italia. Acceso el 20 de diciembre de 2009,

[http://biocfarm.unibo.it/museocere/s\\_43\\_mo.htm](http://biocfarm.unibo.it/museocere/s_43_mo.htm)

**FIG. 25.-** *Pelvis de mujer con los ligamentos correspondientes*. Cera. Giuseppe Astorri. Museo delle Cere Anatomiche “Luigi Cattaneo”. Universidad de Bolonia, Italia. Acceso el 20 de diciembre de 2009

[http://biocfarm.unibo.it/museocere/s\\_160\\_as.htm](http://biocfarm.unibo.it/museocere/s_160_as.htm)

**FIG. 26.-** *Miología de la cara y el cuello*. Cera. Carlo Calenzuoli. Finales del siglo XVIII. Laboratorio de Anatomía Comparada: Gabinete de Ceras. Museo Nacional de Historia Natural. París, Francia. VVAA. *Ephemeral...*, 53.

**FIGS. 27 y 28:** *Venus de' Medici* llamada *Venere Medicea*. Conjunto y detalle. *Aparatos cardiovascular, digestivo y urogenital*. Clemente Susini en colaboración con Giuseppe

Ferrini. Finales del siglo XVIII (1770-1775). *La Specola*. Florencia, Italia. Acceso 13 de diciembre de 2009,

[http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/s\\_106\\_su.htm](http://www.biocfarm.unibo.it/museocere/s_106_su.htm)

<http://morbidanatomy.blogspot.fr>

**FIG. 29.-** *Tumba de la Beata Ludovica Albertoni*. Mármol. Gian Lorenzo Bernini. 1671-74. Iglesia de San Francesco a Ripa. Roma, Italia. Acceso el 13 de diciembre de 2009,

<http://www.wga.hu/art/b/bernini/gianlore/sculptur/1670/ludovica.jpg>

**FIGS. 30 y 31:** (Izda.) *Estudios de la mano*. Lápiz y tinta sobre papel. Leonardo da Vinci. H. 1510. (Dcha.) *El órgano del Tacto*. Cera. Susini, 1803. Hayward Gallery, Londres, UK. Kemp and Wallace, *Spectacular...*, 26, 27.

**FIG. 32.-** *Cabeza de hombre*. Cera. Susini. Colección de la Universidad de Cagliari. Cerdeña, Italia. Alessandro Riva, *Flesh and Wax. The Clemente Susini's anatomical models in the University of Cagliari* (Florencia: Ilisso, 2007), 129.

**FIG. 33.-** *Anatomía de una mujer sentada*. Cera. André-Pierre Pinçon. Finales del XVIII. VVAA. *Ephemeral...*, 54.

**FIG. 34.-** Vista de la cabeza y de una sección del Tórax a la altura del corazón. Cera. Joseph Towne. Gordon Museum, Kings College, Londres, UK. Roberta Ballestriero, «Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works?», *Journal of Anatomy* 216 (2010): 229.

**FIG. 35.-** Zonas basales de la cabeza con tórax y abdomen abiertos. Cera. Towne. Ballestriero, «Anatomical models and wax Venuses: art masterpieces or scientific craft works?», 230.

**FIG. 36.-** *[E]nlarged anatomical head*. Cera. Paul Zeiller. 1860-1864. Acceso el 11 de enero de 2010,

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1894867/>

**FIG. 37.-** *Adán anatómico*. Museo Josephinum de Viena. Austria. Acceso el 20 de abril de 2015, <http://www.pinterest.com>

**FIG. 37.-** *Secciones del cerebro*. Tomografía computarizada. Acceso el 19 de abril de 2015, <http://www.saludymedicinas.com.mx>

### **CAPÍTULO III.- LA CEROPLÁSTICA ANATÓMICA EN ESPAÑA**

**FIG.1.-***Antonio Gimbernati*. BH R378.4 (460.27 USA).

**FIG. 2.-**Portada de las *Ordenanzas del Real Colegio de San Carlos*. BH DER 19850.

**FIGS. 3 y 4:** *Libro de Cuentas del Real Colegio de San Carlos*. BH MSS 926.

**FIG. 5.-** Base de la peana de madera de un feto de la Colección en que aparece el nombre de Franchesqui en blanco, escritura de época. Colección obstétrica en cera del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 6.-** *Mujer a término yacente o Parturienta con el vientre abierto*. Cera. Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 7.-** Cabeza abierta, corte por su calota que muestra el interior. Cera. Colección de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 8.-***Torso linfático*. Cera. Colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM, Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 9:** PL. XXIX. William Smellie. *Observations sur les accouchemens ou suite de la theorie el pratique de cet art*. (Paris: Chez Delaguette). BH MED 12271.

**FIG. 10.-** *Modelo anatómico fetal*. N<sup>o</sup> inv.: 147. Cera. Siglo XVIII. Museo de Anatomía *Javier Puerta*, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 11.-** PL XXX. Smellie. *Observations....* BH MED 12271.

**FIG. 12.-***Modelo anatómico en posición fetal*. N<sup>o</sup> inv.: 148. Cera. Siglo XVIII. Museo de Anatomía *Javier Puerta*, Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 13.-** PL X. Smellie. *Observations...* BH MED 12271.

**FIG. 14 .-** *Modelo anatómico que muestra un torso femenino con el útero abierto conteniendo un embarazo gemelar*. N<sup>o</sup> inv. 137. Cera. Siglo XVIII. Museo de anatomía *Javier Puerta*. Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 15.-**Lámina *tabula I*. Bernhard Siegfried Albinus, *Tabulae Sceleti et Musculorum Corporis Humani* (Leyden: Johann & Hermann, 1747). Grabado de Jan Wandelaar. BH MED GF 11.

**FIG. 16 .-** *Modelo anatómico que muestra un esqueleto* . N.º inv. 283. Cera. Siglo XVIII. Museo de anatomía *Javier Puerta*. Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 17.-**Lámina *Musculorum tabula III*. Albinus, *Tabulae....* 1747. Grabado de Jan Wandelaar. BH MED GF 11.

**FIG. 18.-***Esqueleto con ligamentos*. N.º inv.: 279. Cera. Siglo XVIII. Museo de Anatomía *Javier Puerta*, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España. Fotografía de la autora.

**FIG. 19.-** *Tabula VII*. Albinus, *Tabulae....* 1747. Grabado de Jan Wandelaar. Acceso el 3 de marzo de 2015, <http://www.olympiabookfair.com/antiquarian-books/d/tabulae-sceleti-et-musculorum-corporis-humani-%26-tabulae-ossium-humanorum-%26-tabulae-vasis-chyliferi-explanatio-%26-tabulae-vii-uteri-mulieris-gravidae/35608>

**FIG. 20.-** Tabla VI del libro III. *Historia de la composición del cuerpo humano*, 1556. Juan Valverde de Hamusco. Grabado atribuido a Gaspar Becerra. Sánchez Ortiz et al. «Anatomía femenina en cera: ciencia, arte y espectáculo en el siglo XVIII», 620.

**FIG. 21.-** *Venus en pie*. N.º inv. 277. Siglo XVIII. Museo de Anatomía *Javier Puerta*, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España. Ballestriero, *Efigie...*, 144. Fotografía Ballestriero R. & Burke O.

**FIG. 22.-** Lámina 23v. Jacopo Berengario da Carpi, *Isagogae Breves, perlucide ac uberime in anatomiam humani corporis a común medicorum academia usitatam* (Bologna, Benedictus Hector, 1523). Sánchez Ortiz et al., «Anatomía femenina en cera: ciencia, arte y espectáculo en el siglo XVIII», 621.

**FIG. 23.-** *La Parturienta*. N.º inv. 138. Cera. Siglo XVIII. Museo Anatómico *Javier Puerta*, Facultad de Medicina, UCM. Madrid, España. Ballestriero, *Efigie...*, 153. Fotografía Ballestriero R. & Burke O.

## CAPÍTULO IV.- MANUFACTURA DE UN MODELO ANATÓMICO EN CERA

**FIGS. 1 y 2.-**Diversos materiales propios de un taller de ceroplástica. Alicia Sánchez Ortiz, Nerea del Moral Azanza, Sandra Micó Boró, «La cera, metáfora de vida o muerte. Materiales, técnicas y procedimientos en la elaboración de modelos anatómicos», *Goya* 346 (2014), figs. 17 y 7.

**FIGS. 3, 4 y 5.-**Mesa de disección del antiguo Real Colegio de San Carlos de Madrid con la obra *Lección X*. Detrás, reproducción de *La operación* en la que aparece pintada por Antonio Bravo. Museo de Anatomía *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid. España. Fotografías de la autora.

**FIG. 6.-** Herramientas propias de un cero-escultor del siglo XVIII. Sánchez Ortiz et al., «La cera, metáfora de vida o muerte. Materiales, técnicas y procedimientos en la elaboración de modelos anatómicos», fig. 6.

**FIG. 7.-** *Eve*. Paul Dubois, cat. 69. Detalle. VVAA. «Technologie et mise en forme» en *Sculptures en cire de l'ancienne Egypte à l'art abstrait*. Ed. por Sylvie Colinart, France Drilhon y Guilhem Scherf. (París: RMN, 1987) 63, fig. 22.

**FIG. 8.-** *Eve*. Paul Dubois, cat. 69. Detalle. VVAA. *Technologie...*, 63, fig. 23.

**FIG. 9.-** *Moldeando el natural*. Óleo sobre lienzo. Edouard Dantan. 1887. Götborgs Konstmuseum, Gotemburgo, Suecia. Acceso el 19 de enero de 2015, <https://www.pinterest.com/indicia/sculpture/>

**FIG. 10.-** Cera anatómica del Museo *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 11.-** *Despellejado* conocido como *Idolo* o *Apollo y estudio arterial*. Cera. *La Specola*, Florencia, Italia. Acceso el 26 de marzo de 2011, [http://www.museumsinflorence.com/musei/museum\\_of\\_natural\\_history.html](http://www.museumsinflorence.com/musei/museum_of_natural_history.html)

**FIG. 12.-** Drenaje linfático del Torso. Cera. Siglo XVIII. Museo *Javier Puerta*, Facultad de Medicina de la UCM. Madrid, España. Fotografía de Luis Castelo.

**FIG. 13.-** *Colección de ojos de cristal de época*. Principios del siglo XIX. Museo Josephinum de Viena, Austria. Acceso el 27 de marzo de 2011, [http://images.google.es/imgres?imgurl=http://farm4.static.flickr.com/3281/3000267498\\_493678fedf.jpg](http://images.google.es/imgres?imgurl=http://farm4.static.flickr.com/3281/3000267498_493678fedf.jpg)



**FIG. 14.-** *Moulage* dermatológico. Colección del Hospital Saint Louis. París, Francia. Acceso el 27 de marzo de 2011,

[http://1.bp.blogspot.com/\\_y5Y\\_xVte8sI/Ro43vXOf8I/AAAAAAAAAMo/qpHUi61g5dY/s400/PB130004\\_1.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_y5Y_xVte8sI/Ro43vXOf8I/AAAAAAAAAMo/qpHUi61g5dY/s400/PB130004_1.jpg)

**FIG. 15.-** *Retrato de una mujer*. Óleo sobre tabla. Robert Campin, h. 1430. National Gallery, Londres, Reino Unido. Acceso el 27 de marzo de 2011,

<http://www.pintoresfamosos.cl/obras/flamencos/campin.jpg>

## PARTE 2.- CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

### CAPÍTULO VI.- RECOMENDACIONES DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN

**FIG 1.-**Modelo anatómico de la Colección *Javier Puerta* de la Facultad de Medicina de la UCM. Madrid. España. Fotografía de Luis Castelo.

## PARTE 3.-EXPERIMENTACIÓN

### CAPÍTULO VIII.- CRITERIOS EXPERIMENTALES PARA LA SELECCIÓN DE ADHESIVOS DE RESTAURACIÓN EN CERAS. ESTUDIOS PARA LA COLECCIÓN JAVIER PUERTA

**FIG. 62.-** Microscopio electrónico ZEISS AURIGA con columna SEM GEMINI. Acceso el 4 de abril de 2015 <http://ww.investigación.us.es>

### CAPÍTULO IX.- SELECCIÓN DE UNA PASTA DE REINTEGRACIÓN. ESTUDIOS EXPERIMENTALES PARA LA COLECCIÓN JAVIER PUERTA.

**FIG. 45.-**Triángulo de solubilidad de TEAS. Barros García, José Manuel, *Imágenes y Sedimentos: La limpieza en la conservación del patrimonio pictórico* (Valencia: ed. Diputación de Valencia, 2005), 136.

## ANEXOS

### ANEXO II.-LA CERA

**FIG.1.-***Copernicia cerifera*. Acceso el 29 de noviembre de 2010,  
[http://www.dipbot.unict.it/palme\\_es/Descr07.html](http://www.dipbot.unict.it/palme_es/Descr07.html)

**FIG. 2.-** *Euphorbia cerifera*. Acceso el 29 de noviembre de 2010,  
<http://www.cerasnn.com/productos.html>

**FIGS. 3 y 4.-** *Fruto del Rhus succedanea*. Acceso el 29 de noviembre de 2010.  
[http://www.alpine-plants-jp.com/himitunohanazono/hazenoki\\_himitu\\_1.htm](http://www.alpine-plants-jp.com/himitunohanazono/hazenoki_himitu_1.htm)

**FIGS 5 Y 6.-** *Apis mellifica*. Acceso el 29 de noviembre de 2010,  
<http://www.budtezdravi.cz/leky.php?lek=3&PHPSESSID=09f1d555ffa9b8be7a757b3b1c507330>

**FIG. 7.-** *Espermaceti*. Acceso el 29 de noviembre de 2010.  
[http://www.thehouseofblogs.com/articulo/de\\_velas\\_y\\_ballenas-118058.html](http://www.thehouseofblogs.com/articulo/de_velas_y_ballenas-118058.html)

**FIG. 8.-** *Coccus ceriferus*. Acceso el 29 de noviembre de 2010.  
<http://salviadivinorumblog.com.ar/tag/cochinilla/>



